bid. mon. sup.
UFIE003297
bid. vol 1
UFIE003298
inv.
COR-26164
coll.
AA. 1. 20
Sopp
FISICA

AA1-20

LEZIONI
DI FISICA
SPERIMENTALE.

LEZIONI
DI
FISICA ESPERIMENTALE
DELL' ABATE NOLLET

MEMBRO DELL' ACCADEMIA REALE
DELLE SCIENZE,
DELLA REAL SOCIETA' DI LONDRA,
DELL' INSTITUTO DI BOLOGNA,
MAESTRO DI FISICA DEL DELFINO,
E Regio Professore nel Collegio di Navarra

TRADOTTE DALLA LINGUA FRANCESE
Sopra l'Edizione di Parigi dell' Anno MDCCLIX.

TOMO PRIMO.

IN VENEZIA
MDCCLXII.
Per GIAMBATISTA PASQUALI.
CON LICENZA DE' SUPERIORI, E PRIVILEGIO.

All'ms. Lorenzo Urbini

PREFAZIONE.

QUella ſcienza, che non abbraccia, ſe non quiſtioni frivole, o che termina e riſolve le importanti ſolo con ragioni probabili, e con ipoteſi, ordinariamente in vita, e concilia al di lei ſtudio pochi ingegni: è coſa rara, che vi ſi trattengano guſtoſamente gli Uomini, e di tale ſcienza non può il tempo eſtendere i limiti, ſe non ne riforma l'oggetto; perchè il deſiderio di ſapere, che naſce con noi, e che ſolo può eccitare la noſtra attenzione, naturalmente ci porta al vero, e non ci può in quello determinare con qualche grado d'affetto, e di giocondo ſentimento.

Queſta mia rifleſſione ſi può facilmente, e certamente giuſtificare, ſcorrendo per la Storia della Fiſica, e riducendoſi all'animo le varie Rivoluzioni, le quali eſſa ha provate.

Queſta Scienza, per circa venti Secoli quaſi altro non è ſtata, che un vano accozzamento di ſiſtemi alzati, e fondati gli uni ſopra gli altri, e bene ſpeſſo vicendevolmente oppoſti. Ogni Filoſofo penſando d'aver diritto, e ragione d'ergere alla ſua memoria un ſimigliante edifizio, ſi è sforzato di ſtabilirlo ſulle rovine di quelli, che l'aveano preceduto; così che di tempo in tempo s'è veduto, che una ipoteſi veriſimile ne diſtruggeva cent'altre.

Cotali eſempi rinovellati infinite volte non doveano accreditare gran fatto le opinioni Filoſofiche: l'effetto, che n'è ſeguito, e che naturalmente ſe ne dovea attendere, era di tenere gli uomini nella diffidenza circa la dottrina de' Fiſici; nè dobbiam punto maravigliarci, che la loro curioſità ſia ſtata ſol mezzanamente ſtuzzicata coll'eſca di

cognizioni, nelle quali vedevano regnare tante incertezze. Ciò che dovette ancora più sconfortarli, e nojarli, era l' oscurità del linguaggio; imperocchè in que' tempi di barbarie, quasi che le Scienze vergognatesi del loro stato non ardissero comparire alla scoperta, coloro che faceano professione di possederle, affettavano espressioni, che porgeano confuse idee, e la maggior parte delle quali erano assolutamente in intelligibili a chiunque non avea per anche pattuito di contentarsene. Davansi per ispiegazioni certe, termini vuoti di senso, introdottisi sotto gli auspizj di qualche nome illustre, e ricevuti per una sciocca docilità; ma da i quali una mente razionale non poteva ricevere lume alcuno.

Finalmente la Fisica così mal coltivata fin allora, e sì poco conosciuta uscì a maggior lume, e si fe' gustare, quando ci offerì verità evidenti, scoperte utili, e quando si potè far onore d' essere da tutti intesa. Il *Descartes*, il suo primo riformatore, dopo d' averla tratta fuori dell' oscurità delle Scuole, dove aveva invecchiato sotto l' autorità d' Aristotile, non le lasciò, per dir così, se non il nome, ch' ella solea portare, e tal la rendette, che le Scuole, riformate anch' esse a poco a poco, hanno adottato ciò ch' ella di nuovo ricevette da lui, e presentemente la insegnano con termini intelligibili.

Questa riforma cadde principalmente sulla maniera di studiar la Natura. In luogo d' indovinarla, come fin allora pretendevano i Filosofi d' aver fatto coll' attribuirle tante virtù, e intenzioni particolari, quanti occorreano da spiegare fenomeni; ognuno si diede a interrogarla con l' esperienza, a studiare i suoi segreti recessi con osservazioni assidue, e ben meditate; e si statuì per legge, di non ammettere nella schiera delle cognizioni, se non

ciò

ciò che appariſſe evidentemente vero. Il nuovo metodo formò, e produſſe de' veri Dotti; ed eccitando le ſcoperte l'attenzione, e la curioſità da ogni parte, ſi videro ſorgere amatori della buona Fiſica d'ogni ſeſſo, e d'ogni condizione.

Il guſto ne diventò quaſi generale; e quindi ognuno deſiderò, che i principj di queſta Scienza veniſſero ſpoſti in maniera, che ſi adattaſſero alla capacità di chiunque. Si videro preſto uſcire a luce in varj linguaggi Trattati elementari, che per tal conto appagarono i deſiderj del Pubblico. Ma la Scienza, di cui trattano, va tutto dì perfezionandoſi; le ſcoperte ſi moltiplicano, gli errori ſi correggono, i dubbj ſi riſchiarono: gli ſteſſi motivi, che hanno fatto ſcrivere queſti Elementi, debbono indurre a rinovarſi di quando in quando per farvi entrare le aumentazioni, le correzioni, i dilucidamenti, che forza è, che intereſſino coloro, i quali per una lodevole curioſità oſſervano attentamente i progreſſi di queſta Scienza. Oltre di che è bene, che così fatte Opere ſieno proporzionate all'ingegno, ed alla capacità delle perſone, per le quali ſi deſtinano: n'abbiamo già di eccelenti in queſto genere, che a me note ſono, pubblicate in Inghilterra, in Olanda, in Germania, ove hanno corſo, e riuſcita, ma le quali, ſe foſſero tradotte nella noſtra Lingua, non avrebbono forſe tanti Lettori in Francia; perchè i principj vi ſono con molta riſtrettezza, e preciſione eſpoſti, e fa meſtieri per intenderli d'una attenzione troppo continuata per coloro, che vorrebbono ſol trattenerſi guſtevolmente, ed utilmente; e perchè ſi è fatto in coteſte Opere uſo della Geometria, più che non ne fa d'ordinario la corrente degli uomini.

Sono cinque anni a un dipreſſo, che pubblicando il Programma del mio corſo di Fiſica Eſperimentale rendei conto della maniera, onde io ave-

va incominciato, e ſtabilito; e dei progreſſi, che s'erano venuti con eſſo facendo. Preſentai allora quel piccolo Volume al Pubblico, come una Tavola (*a*) delle materie, che io mi proponeva di unire inſieme in un' Opera più grande, che gli averei data, ſe continuava a favorirmi con le ſue approvazioni; e ſe potea luſingarmi, che foſſero tuttavia di ſuo guſto le mie Lezioni. Queſta condizione ſi effettuò oltre ogni mia ſperanza: quando la feci, volli in uno ſteſſo tempo dare a me ſtimolo, e preſcrivere al mio zelo una regola; ma non mirava allora, fuorchè attorno di me, ſpiando attentamente, qual giudizio ſi faceſſe de' miei tentativi, e della loro riuſcita, e non trapaſſava colle mie mire oltre il ricinto di Parigi. Non preſumeva, che i miei deboli talenti ſi faceſſero conoſcere di là dall'Alpi (*b*); e che doveſſe avere l'onore di andare ad eſercitarli in una Corte ſtraniera. Nè preſumeva tampoco, che la mia Scuola non ſol veniſſe applaudita, ma imitata nelle noſtre Provincie (*c*) da' Collegj, dalle Univerſità, dalle Accademie. Finalmente non preſumeva, che i noſtri Prin-

(*a*) Programma, ovvero Idea generale di un Corpo di Fiſica, *nella Pref.* pag. XXXIII.

(*b*) Nel 1739. fui chiamato alla Corte di Turino, dove reſtai quaſi ſei meſi per dar Lezioni di Fiſica a S. A. R. Monſig. il Duca di Savoja. Dopo di che, fece il Re collocare nell' Univerſità tutti gl' Iſtrumenti, ch' io aveva meco portati; acciocchè i Profeſſori ſe ne poteſſero valere in proceſſo di tempo per coltivare, e per inſegnare la Fiſica con l'eſperienze.

(*c*) Dopo ch' ebbi pubblicato il mio Programma, molti Collegj de' PP. dell' Oratorio, della Dottrina Criſtiana, e di San Lazzaro hanno introdotto l' uſo di rappreſentare le prove d'eſperienza ne' loro pubblici eſercizj. L'Univerſità di Reims fa lo ſteſſo, ed ha colà mandato una raccolta d'Iſtrumenti conſiderabiliſſima.

L'Ac-

Principi onoraffero (*a*) i miei Corſi, e con la loro preſenza, e con la loro attenzione; che voleſſero accordare la loro voce con la pubblica; e che la prova, che foſſero per fare del mio metodo, mi aveſſe a procacciare l'onorata ſorte di faticare, e operare ſotto gli occhi, e per vantaggio del Delfino. Queſt' ultimo ſingolar benefizio eccitava il mio zelo; ma io lo deſiderava allora più di quel che oſaſſi ſperarlo.

Queſti eventi, i quali io non rammemoro quì per un ſentimento di vanità, che atti ſarebbono ad inſpirare, m'accertano in qualche modo della riuſcita della mia Intrapreſa, e dell'approvazione, che di buona voglia le ſi continuerà a dare. Or per adempire alla promeſſa, che io ho fatta ſotto queſta condizione, pubblico in oggi queſt' Opera, laſciando di ſcuſarmi dell'averne differita per cinque anni l'impreſſione; mentre ſe ho da temere qualche rimprovero, ſarà forſe d'averla data in luce troppo preſto. Imperciocchè s'ella è tale, qual la deſidero, le perſone, alle quali l'ho deſtinata, non mi ſapran mal grado d'averci ſpeſo tutto il tempo, che mi abbiſognava per renderla degna di eſſe.

Il titolo dell' Opera intìma ciò ch' ella è: troveranno ſi quì le mie Lezioni tali e quali io ſono ſolito di farle da nove anni in qua a Radunanze, le quali ſi formano per udirle dalla mia voce in comune. Suppongono ſempre,

L'Accademia Reale delle Scienze, e Belle Lettere di Bordò s'è fornita anch'eſſa della ſuppellettile d'iſtrumenti, e di macchine; e n'ha già piena una Galleria, l'eſecuzione del quale appreſtamento mi ha fatto l'onore di commettere a me.

(*a*) Nel 1738. Monſig. il Duca di Penthievre volle vedere uno de' miei Corſi di Fiſica, al quale S. A. S. aſſiſte con molta aſſiduità, ed attenzione; poco tempo appreſſo ebbi l'onore di farne uno a Verſaglies per S. A. S. il Duca di Sciartres ſul fine de' ſuoi ſtudj.

che il maggior numero de' miei Uditori non sia in istato d' intendere l' espressioni d' Algebra, o di Geometria, e certi minuti divisamenti, che troppo si dilungano da i primi principj: penso eziandio, che l' utilità, che se ne può sapere, non sarebbe da queli veduta, i quali vogliono solo iniziarsi, od han risoluto di spendere in questo studio solo alcuni momenti di ricreazione, che niente rubino al tempo richiesto per occupazioni più necessarie relativamente al loro stato, od al loro gusto. Il perchè togliendomi io più di briga per farmi intendere, che badando al rimprovero, che mi si potrebbe fare d' avere abbandonato il linguaggio delle Scienze, di cui ordinariamente va corredato chi le insegna; procuro di parlare, e di scrivere, come hanno fatto prima di me moltissimi Autori tenuti per buoni, e le cui Opere per la maggior parte possono darsi nelle mani d' ogni Leggitore.

Non è già, che io non apprezzi, quanto si debbe, quelle maniere d' esprimersi, che sono certamente più precise, più ristrette, e abilitano a fare maggior progresso in una gran parte delle Notizie, le quali sono l' oggetto delle mie Lezioni: io stesso me ne valgo qualche volta utilmente, ed in particolare, allorchè le adopero con persone, che han vaghezza di fare uno studio più serio della Fisica, e che vi si sono preparate con quello delle Matematiche. Ma avendo riguardo a i più de' miei Lettori, non ho creduto, che stesse bene inserire nella medesima Opera quei calcoli, e quei divisamenti, de' quali potranno far senza, e ch' esigerebbono da loro sforzi maggiori, e maggiore applicazione, che nè si può, nè si debbe sperarne: ho amato meglio di riservar tali cose per Volumi separati, i quali in processo di tempo metterò forse a luce in

mo-

modo di Supplemento, e col titolo di *Annotazioni*.

Quantunque io siami astenuto dall' usare alcuna espressione d' Algebra, alcun segno di Geometria, per economia, e rispetto del Lettore, a cui non fosse abbastanza familiare un tal linguaggio; non ho però tanto scrupolosamente avuto questi riguardi, che vietato m' abbia fin l' uso de' termini dell' arte indispensabili, e comunemente ricevuti, ed inteſi: ho conformata la mia dizione a quella, che corre generalmente; acciocchè la lettura del mio Libro possa servire d' introduzione a quella degli altri Libri di Fisica; ma ho avuta l' avvertenza di distinguere tali parole col carattere corsivo la prima volta, che le ho usate, e di spiegarle con la maggior chiarezza, che ho potuto. E per non interrompere da un altro canto il discorso con troppo frequenti Definizioni, le quali sarebbono inutili a parecchi de' miei Leggitori, ho posto in fronte di questo primo Volume un piccolo Dizionario, e una Tavola con le Figure geometriche necessarie, dove i Principianti troveranno la spiegazione de' termini, che frequetemente s' incontrano nel corpo dell' Opera, e che ho supposto già noti al maggior numero.

Io quì non mi presento sotto gli auspizj di verun Filosofo; non avendomi prescritto di seguitare nè la Fisica del *Cartesio*, nè quella del *Newton*, nè quella del *Leibnitz*: ma, rimossa ogni personale preferenza, ogni distinzione di nome, porgo, e detto quella, che mi pare confermata, e stabilita da un consenso generale, e da fatti certissimi. Pien d' interno rispetto, ed eziandio di gratitudine verso i grand' Uomini, che ci hanno comunicati i loro pensieri, e che ci hanno arrichiti con le loro scoperte, di qualunque Nazione, che sieno, ed in qualunque tempo,

che sieno vivuti, ammiro il loro sublime, e profondo ingegno fin ne' loro errori, e lor fo quell' onore, che debbo, e che meritano; ma non istò a detta loro, e non ammetto cosa alcuna, che non sia provata con l' esperienza: in materia di Fisica non si dee farsi schiavo dell' autorità, ed ancor meno soggettar ci dovremmo a' nostri proprj pregiudizj; ma conoscere, e ricevere, dovunque appare, la verità; nè affettar mai d' essere Newtoniano a Parigi, e Cartesiano a Londra.

Per ristringermi più puntualmente ne' limiti del mio Titolo ho tralasciato di riferire i varj Sistemi, che sono stati proposti circa il Meccanismo dell' Universo, e che hanno divisi tra loro sì gli antichi, come i moderni Filosofi. Con tutto che si possa assolutamente ignorare tutti cotesti sforzi d' immaginazione, che d' ordinario non fan molto onore allo Spirito umano, ed il più bello de' quali dee finalmente riputarsi, non più che un *Forse* ingegnoso; nulladimeno non si può trasandare la cognizione di quelli, che hanno avuto più credito; e volentieri io addurrei quì ciò che hanno pensato il Cartesio, ed il Newton, se non fossi stato prevenuto da un Autore (*a*), la cui Opera è per le man di tutti, ed il quale ha trattata questa materia con quel brio, che spicca in tutti i suoi scritti.

A fine pure di non oltrepassare i confini d' una Fisica sensibile, ed appoggiata a Fatti, diligentemente io scarto tutte le quistioni metafisiche, le quali in qualche modo si potrebbono contenere colle materie, che ho da trattare: se vi sarà chi abbia vaghezza di supplire ad un' omissione, che io ho fatta a bello studio, egli potrà leggere con molta soddisfazione le Opere del P. Malebranche, e sopra tutto quella, che ha per titolo: *La Ricerca della Verità*.

Nel-

(*a*) Istoria del Cielo, lib. 2.

Nello scrivere le mie Lezioni mi sono attenuto allo stesso metodo, che soglio usare, quando le fo di viva voce. Scelgo in ogni materia ciò ch' è più interessante, più nuovo, e secondo me, più atto a provarsi con esperienze. Spiego colla maggior possibile brevità, e nettezza lo stato della quistione: ne ritocco l' origine, e accenno, per quanto io lo so, gli Autori, che credesi l' abbiano più felicemente trattata: la provo in appresso con operazioni, delle quali fo conoscere il meccanismo, studiando di tener lungi ogni cosa estranea alla quistione per non divertire altrove la mente attenta. Finalmente coordino, e riduco, sì alla quistione, come a i fatti, che m' han servito di prove, tutto quello, che può avervi relazione ne' Fenomeni della Natura, ne' processi dell' Arti, e nelle macchine più usitate per le comodità della Vita Civile. Così ho sempre fatto fino dalla prima introduzione de' miei Corsi di Fisica; ed ancorchè io abbia esplorato attentamente il gusto del Pubblico su questo capo, non ho scorto niente, che mi potesse determinare a cambiar quest' ordine; anzi m' è paruto di vedere, ch' egli facesse tutto l' effetto propostomi. Ho eziandio osservato, che i principj molte volte astratti, e che non si potrebbono seguitamente apprendere senza una laboriosa applicazione, insinuavasi più agevolmente nello spirito, quand' erano così interrotti con utili, e curiose esperienze, le quali costringono a riconoscere la verità, e l' utilità d' essi principj.

Nella distribuzione delle materie, che dee riputarsi la somma, ed il fondo di quest' Opera, sommi attenuto a raccozzare sotto uno stesso titolo quelle, che sono necessariamente connesse, coll' avvedimento di far precedere quelle proposizioni, che più facilmente s' intendono, e che servono di preliminari all'

all' intelligenza dell' altre. E però, quantunque rigorosamente si possa prendere ciascuna Lezione da sè, ed abbiano tutte certa indipendenza, sempre consiglierò il Lettore, che voglia percorrerle con facilità, e profitto, e vederle in quell' ordine, in cui stanno; perchè troverà nelle prime alcune nozioni, che l' ajuteranno.

I fatti, de' quali mi valgo per provare le mie Proposizioni, non sono sempre così numerosi, nè nuovi, com' esser lo potrebbono. Quei, che veduto hanno l' apparato de' miei Instrumenti intervenendo à i miei Corsi di Fisica, si maraviglieranno forse di non ritrovare nelle tavole, e nelle figure incise in questo Libro, fuorchè una parte di quanto hanno veduto ne' miei Gabinetti; giusto è pertanto esporre i motivi, per li quali ho tralasciato quel di più, che desiderar si potrebbe, se io dessi fuori questi volumi, come una Collezione intera delle mie Dimostrazioni.

Dopo che insegno la Fisica Sperimentale ho avuto adito di conoscere, che il più sicuro mezzo di conciliare l' attenzione, e di far nascere prontamente le idee, si è, giusta il pensiero d' un celebre Poeta *, parlare agli occhi con operazioni sensibili. In conseguenza di questa verità mi sono provveduto di certe macchine, le quali io ho inventate per far intendere i miei pensieri alle persone, che hanno solo una tintura leggierissima delle Scienze; e per introdurre nella loro mente con prontezza, e facilità certe nozioni, senza le quali non si coglierebbe giusto nello stato della Quistione; nè si capirebbono ben le prove, sulle quali la sua teoria è fondata. Ma conciossiachè tali mezzi non hanno forza, se non nell'

* *Segnius irritant animos demissa per aures,*
Quam quæ sunt oculis subjecta fidelibus.
Horat. de Arte Poet.

nell' uso stesso, che di essi si fa, e le parti delle macchine, fuori dell' azione, e del moto, in cui si mettono nulla esprimono, stato sarebbe inutile darne la figura, o la descrizione; non avremmo fatto, che moltiplicare senza prò veruno tavole, e rami, de' quali n' è già quì in soverchio numero.

Un' altra ragione, per la quale non ho rappresentato in quest' Opera tutto quello, che si vede nella mia Accademia, si è il non aver io creduto di doverci inferire più esperienze, che non bisognano per provare fondatamente la dottrina quì insegnata. L' ho già detto altrove (*a*): non ho mai preteso fare delle mie Lezioni uno spettacolo di puro trattenimento, dove si vedesse ripetere senza scopo, e senza scelta un gran numero d' esperienze atte solo ad occupare gli occhi. Credo di poter io, più che altra persona in Francia, soddisfare i Curiosi colla regolare moltiplicità delle macchine, delle quali vo corredato; ma debol lusinga per me sarebbe, se a casa mia non si venisse, che per vedervi operare, e suppongo sempre una curiosità più ragionevole ne' miei Uditori. Laonde di tutti i fatti, che io posso produrre per dimostrare ogni Proposizione, mi servo solo di quei, che bastano; e mercè una tale economia guadagno tempo per altre cose necessarie, e pongomi in istato di variare piacevolmente, ed utilmente le mie prove a favor di quelli, che più volte intervengono a' miei Corsi. Ho avuta la stessa attenzione scrivendo: non ho voluto, che il Lettore abbagliato da un numero soverchio d' operazioni, corresse pericolo di perder di vista la dottrina, che trattasi di ben verificare: coll' addurgli fatti degni d' attenzione ho pensato mettere sotto i suoi occhi quelle prove, che rassodino le sue cognizioni. In som-

(*a*) Programma, ovvero Idea Gen. d' un Corso di Fisica, *nella Pref.*

fomma o ch' io abbia aperta al Pubblico la mia Scuola, o che gli presenti le mie Lezioni scritte, il mio proponimento è sempre stato, ch' egli trovasse un Corpo di Fisica Sperimentale, e non un corso di Esperienze.

Con la descrizione, che ho data degli strumenti sotto il titolo di *Preparazione*, non ho preteso d' informare appieno della fabbrica loro quei, che imitar li' volessero: sarebbe stato mestieri venir divisando per minuto e le proporzioni, e la scelta delle materie, e le moltiplici cautele necessarie in pratica, e dare ad ora ad ora alcuni lumi, e notizie estranee al mio soggetto; il che avrebbe notabilmente ingrossati i miei Volumi, e ciò inutilmente affatto per li più de' Lettori, ai quali basta vedere in digrosso, che il tale effetto può essere prodotto per via d' una certa meccanica. Ma ben sapendo per altro, quanto gioverebbe, che si avessero buone istruzioni circa la scelta degl' istrumenti di Fisica, e circa la maniera di costruirli, per secondare, ed ajutare il zelo degli Amatori, o de' Dotti, che si danno allo studio di questa Scienza, il numero de' quali va ogni dì crescendo, ho risoluto di riunire in un' Opera separata tutto ciò che il lungo uso avrà potuto insegnarmi intorno a questa materia. Si dà dietro attualmente all' esecuzione di questo disegno; e alcuni frammenti se ne possono vedere nelle Memorie dell' Accademia delle Scienze, negli anni 1740. e 1741. dove ho solamente tralasciate le osservazioni di pratica, che riguardano l'Artefice.

In quanto alla scelta dell' Esperienze ho talor preferite quelle, che da lungo tempo già sono note, ed altre più recenti; perchè ho in esse trovato un ordine, ed una relazione più diretta colle proposizioni, ch' io aveva da provare; o perchè davano adito ad applicazioni più importanti; o final-

finalmente perchè mi sono parute così belle, ch' era peccato ommetterle: la loro data tanto più m' è sembrata indifferente, quanto che non essendo quest' Opera destinata a' Professori, toccherà qui di vederle a quelli, per li quali elleno conservano tuttavia la grazia della novità: e poi, non hanno dunque merito le cose, se non in quanto sono nuove?

Mi verrà forse rimproverato d' aver fatto entrare nelle *applicazioni* alcune avvertenze di tenue profitto; tra perchè l' oggetto di lieve importanza non le meritasse; tra perchè si presentino da per sè a chiunque; ma pongasi mente, che quest' Opera non è solo fatta per persone, già vivute un certo tempo nel Mondo, ed alle quali ha l' uso date alcune idee, oscure bensì, e confuse, ma col mezzo delle quali si possono conoscere, e sentire le cagioni prossime di cotesti ordinarj effetti. Ma ella è principalmente destinata per li giovani dell' uno, e dell' altro sesso, che passano i primi anni della loro vita ne' Collegj, o in altri luoghi d' educazione, a i quali tutto è nuovo nella Natura; che naturalmente sono avidi di queste sorte di cognizioni, e ch' è bene avvezzare con esempj facili, e familiari alle idee nette, e distinte, ed alle sensate induzioni; imperciocchè è riflessione d' un Dotto (*a*) assai rispettato, e che ben lo merita, essere sempre utile pensare adeguatamente, anche nelle cose tenui, ed inutili.

Del resto convien por mente di non confondere l' effetto con la sua cagione: l' uno potrebbe esser noto al più rozzo uomo di contado; e l' altra nol sarà forse nè men al più dotto Filosofo. Chi è, che non sappia, che una spugna, una pietra tenera, un pezzo di zucchero s' ammolla intieramente, prima che del tutto s' immerga? Ma sanno forse tut-

(*a*) M. de Fontanelle, Hist. de l' Academ. des scienc. 1669. dans la Pref. *p.* XI.

tutti, perchè questo succeda? Oltrachè i più comuni Fenomeni non sembrano sempre tali, quando si considerano per tutte le facce, e per tutti i versi. Ognuno sa, che una pietra cade in virtù del suo peso; ma tutti non sanno, che nel cadere ella ha da percorrere spazj corispondenti a' quadrati de' tempi della sua caduta. Se nel fare l'applicazione di quest'ultimo effetto dopo di averlo provato, io dico, che una bottiglia, od un bicchiere si può rompere cadendo, certamente io non ammaestro chicchessia gran fatto: se dico, che cadendo più da alto, i corpi fragili corrono maggior pericolo, questa verità parrà poco, o niente più nuova della prima; ma se aggiungo, che un Corpo grave cadendo si rompe in virtù della sua discesa accelerata, e che si può prevedere lo sforzo, ch' esso Corpo sarà capace di fare sul fine della sua discesa, misurando l'altezza del luogo, dal quale egli cade, non credo già, che una tale osservazione sia inutile per tutti quelli, ai quali la propongo: e se taluno, dopo d'aver ciò letto si lamentasse, ch'io gli abbia voluto insegnare, che un bicchiere può romperssi cadendo, o che egli si rompe più sicuramente più da alto cadendo, mostrerebbe d'avere poco discernimento, o assai mala volontà.

Giacchè, la Dio mercè, regna un buon gusto nel nostro Secolo, io posso dispensarmi dal venir quì provando, che la Fisica è profittevole; e che non v'è alcuno, il quale non possa aver parte, e interessarsi nelle scoperte, ond'ella tutto dì s'arricchisce. Benchè questa Scienza porti un nome Greco, presentemente si sa, che il suo oggetto non è straniero; che le cognizioni, ch'ella appresta, giovano per un conto, o per l'altro a tutti; e che quand'ella decide per bocca dell'esperienza, può essere intesa in ogni età, e in

ogni

ogni luogo. Lo studio della Natura era ancora, per dir così, nelle fasce: la cognizione, che si avea de' suoi Fenomeni, e delle loro cagioni, meritava appena il nome di Scienza; e tuttavia uno de' più grand' uomini dell' Antichità la commendava già altamente, come un asilo dello spirito umano, come un' occupazione, da cui potrà egli ricavar profitto in tutti i tempi, e in tutte le circostanze della vita (*a*). Con quanto più di ragione si potrebbe ella per tal predicare, ora ch' ella tiene in esercizio per tutte le ben governate Repubbliche gran numero d' Assemblee di dottissimi uomini, protette da Principi, e mantenute colla loro munificenza; ora, dico, che i suoi progressi si partecipano al Pubblico d' anno in anno in Volumi, ne' quali ciascuno può secondo il proprio gusto, o secondo il suo bisogno pescar notizie, il cui minor vantaggio è quello di ornare l' intelletto?

Qualunque stato, che si elegga nel Mondo, una, od altra volta accade, che si abbia a riflettere sopra la forza dei Corpi, i quali si muovono pel loro peso, o in altra guisa; sopra la forza degli animali; sopra l' impulsione, ed il moto de' fluidi; sopra l' azione, e gli effetti di moltissime Macchine nuove, od antiche, circa la cui scelta torna bene spesso in acconcio di saper decidere opportunamente. Come mai si possono vedere gli effetti maravigliosi de' Telescopj, de' Canocchiali, de' Microscopj, de' quali oggidì è sì ordinario l' uso, e non desiderare di conoscerne le meccanica, e le proprietà, sopra le quali è fondata la costruzione di quest' Istrumenti? A chi può non giovare la notizia di ciò che v' ha di nuovo in una

Scien-

(*a*) *Hæc studia adolescentiam alunt, senectutem oblectant, secundas res ornant, adversis perfugium, ac solatium præbent: delectant domi, non impediunt foris; pernoctant nobiscum, peregrinantur, rusticantur.* Cic. pro Archia Poeta n. 16.

Scienza, da cui dipendono i noſtri ſpaſſi più ragionevoli, le noſtre comodità, i noſtri ſuſſidj? A chi può eſſere indifferente il ſapere, o l'ignorare coſe, ché trattener ci poſſono almen con diletto, in certi tempi, e luoghi, ne' quali ſiamo privi delle delizie della Società?

Ma il più prezioſo vantaggio, e che più ſi ſente da ogni anima ben nata nello ſtudiare la Natura, ſi è la neceſſità, in cui ci troviamo ad ogni paſſo, di ſcorgere, e conoſcere da per tutto l'Eſſere ſupremo, che ha formato queſto Univerſo e che ognora preſiede alle ſue opere. Più che in queſto ſtudio ſi avanza, più ſi rimane convinto, che quelle coſe, ch' egli ha per oggetto, non ſono produzione del Caſo: tutto addita una infinita Potenza, ch' empie di ſtupore; un' altiſſima Sapienza, che non ſi ammira mai abbaſtanza; una ſomma Bontà, e certiſſimi e diritti Fini, che riſcuoter debbono da ogni mente un' intera gratitudine. Tali maraviglie, che abbiamo ſotto gli occhi, parlano al cuore egualmente, che allo ſpirito, recando a queſto lumi, e ſvegliando in quello affetti: ciò che ne impariamo, nello ſteſſo tempo che ci rende meno ignoranti del volgo, può anche riſvegliare in noi ſentimenti più vivi, e renderci più fedeli oſſervatori de' naturali indiſpenſabili noſtri doveri.

Un Prelato (*a*) illuſtre mi porge nella Storia, ch' egli fa dell' educazione di un gran Principe, la quale era ſtata a lui commeſſa, un eſempio, ed una prova autentica de' buoni effetti, che aſpettar ſi poſſono dalla Fiſica, quando i principj di queſta Scienza ſono inſegnati con diſegno, e ſcelta prudente; e quando lo Scolare è capace di rifleſſio-

(*a*) M. Boſſuet, Veſcovo di Meaux, nella ſua Lettera Latina al Papa Innocenzio XI. intorno all' educazione del Delfino *pag.* 10.

sione. Io finirò questo Preambolo con la traduzione delle sue proprie parole, tal quale ella trovasi in una sua Opera intitolata: *Politica tratta dalle Sacre Scritture*, al c. 41. (a) „ Per quello „ spetta all' esperienza delle cose naturali, dic' „ egli, ne abbiam fatto fare in presenza del Prin„ cipe le più necessarie, e le più belle. Egli non „ meno ci ha trovato di profitto, che di piacere, „ essendo venuto per esse a conoscere l' industria „ dell' ingegno umano, e le Invenzioni dell' Ar„ ti, o per discoprire gli arcani della Natura, „ o per abbellirla, o per ajutarla. Ma il più im„ portante si è, che gli si è svelata per tal mez„ zo l' arte della stessa Natura; o diremo piut„ tosto la Provvidenza di Dio, la quale è nell' „ istesso tempo sì visibile, e sì nascosta.

Spiegazione d' alcuni termini di Geometria adoperati in queste Lezioni.

ANGOLO, apertura di due linee, che s' incontrano in un punto, come A C, B C, *Figura* 1. Il punto del concorso, si chiama l' *apice*, o la *punta* dell' angolo. Tre sorte d' angoli principalmente distinguonsi; cioè, l' angolo *acuto*, l' angolo *retto*, e l' angolo *ottuso*: l' angolo acuto è quello, l' apertura del quale abbraccia meno, che il quarto d' un circolo, in quale avesse per centro la punta dell' angolo, come A C B, *Figura* 1;

(a) *Experimenta vero rerum naturalium sic exhibere ficimus, ut in his Princeps ludo suavissimo, atque utilissimo, humanæ mentis historiam, præclaraque artium inventa, quibus naturam & retegerent, & ornarent, interdum adjuvarent; ipsam denique naturæ artem, immo summi Opificis & potentissimam, & occultissimam Providentiam miraretur.* Bossuet, loc. cit.

l' angolo retto è quello, la cui apertura abbraccia puntualmente un quarto di circolo, come A C D; e l' angolo ottuoso è quello, la cui apertura è più grande, che un quarto di circolo, come A C E.

ANGOLARE, che ha uno, o più angoli. Questo termine talor s' adopera per significare, che un corpo è tagliente da più parti.

ARCO, parte della circonferenza divisa in 360. parti. Gli archi si distinguono fra essi per lo numero di cotestе parti, o gradi, che contengono; quindi si dice, un arco di 10. di 30. di 50. gradi. Quello, che in punto ne contien 90, più d' ordinario chiamasi *quarto di circolo*; siccome quando è un arco, che ne comprenda 180, vien detto comunemente *semicircolo*: tali sono gli archi A B D, A D F, *Figura* 1. In oltre si dà il nome d' arco alle parti di tutte le altre curve, che non sono circolari; dicesi, esempigrazia, l' arco d' una parabola, d' una ellissi, ec.

AREA, superficie, o spazio contenuto in una figura, qualunque ella sia: l' area del circolo, per es. è l' estensione terminata dalla circonferenza.

ASSE, linea retta, che si suppone immobile, mentre il corpo da lei attraversato fa attorno di essa il suo rivolgimento. L' asse d' una sfera o d' un globo è una linea retta, che passa per lo centro, e che termina in due punti opposti della superficie, detti *Poli*. L' asse d' un cono è pure una linea retta, che comincia dalla cima, o punta, e che termina nel centro della base, come I K. *Fig.* 2.

ATMOSFERA, vapori, o esalazioni, ch' escono da un corpo, e che lo attorniano uniformemente fino ad una certa estensione. Questa parola s' intende comunemente della massa d' aria, che involge il Globo terrestre, e che riceve tutto quello, che s' esala di continuo dalla terra.

BA-

BASE, ciocchè ſerve di fondamento, e di ſoſtegno a qualche corpo, o a qualche macchina. Chiamaſi la baſe d'un cono, o d'una piramide il piano più baſſo, che li termina; come il circolo rappreſentato colle L M K *Fig.* 2.

CENTRO, il mezzo, o ſia il luogo, ch'egualmente è diſtante da tutte le parti oppoſte, e corriſpondenti d'un iſteſſo corpo. Il centro d'un circolo è un punto egualmente diſtante da tutti i punti, che compongono la circonferenza, come C, *Fig.* 1. Il centro d'una sfera, d'un Globo è il punto egualmente lontano da tutta la ſuperficie. Si dà talora il nome di centro ad un punto, che non è egualmente diſtante da tutti i punti, che terminano la figura; purchè divida in due parti eguali tutti i diamentri di eſſa: così P. può conſiderarſi centro dell'elliſſi rappreſentata nella *Fig.* 3.

CILINDRO, è un compoſto ſolido di molti piani circolari eguali, e concentrici: il primo, e l'ultimo di tai circoli prendono il nome di *baſe*, e la linea A B, che paſſa per tutti i centri, ſi chiama l'*aſſe* del cilindro. *Vedi la Fig.* 7.

CILINDRICO, che ha la forma, o le dimenſioni d'un cilindro; il che debbe intenderſi d'una cavità, egualmente che d'un corpo ſolido. Un corpo di tromba debbe eſſere interamente affatto cilindrico.

CIRCOLO, figura terminata da una linea curva, tutti i punti della quale, A, D, F, G, ec. ſono egualmente diſtanti da un altro punto C, che ſi nomina il *centro Fig.* 1. S'è convenuto tra' Matematici di divider ogni circolo, picciolo, o grande, in 360. parti eguali, che ſi chiamano *gradi*, di maniera che queſte parti ſono ſempre proporzionali; cioè più grandi ne' cerchi grandi, più piccole ne' più piccoli; ma

ſempre nello ſteſſo numero, sì in quelli, come in queſti. Ciaſcun grado ſi ſuddivide in *60. minuti*, ciaſcun minuto in *60.* ſecondi, e ciaſcun ſecondo in *60. terzi*. Nella sfera ſi diſtinguono due ſorte di cerchi, i grandi, ed i piccoli. I primi ſono quelli, il cui diametro paſſa pel centro della sfera; come l'Equatore, l'Orizzonte, il Zodiaco, ec. Piccoli cerchi ſi chiamano quelli, il piano de' quali non divide la sfera in due parti eguali; o, il ch' è tutt' uno, il centro de' quali non è lo ſteſſo, che quello della sfera: tali ſono i cerchi Polari, e i due Tropici.

CIRCOLARE, che ha la forma d'un circolo, o che ſi fa nel girare, o rivolgerſi attorno d'un circolo: il moto d'una fionda è circolare.

CIRCONFERENZA, linea curva, che ſi rivolge in sè ſteſſa, che termina, e contiene, o chiude un certo ſpazio: tal è la linea Q T R S, *Fig.* 3. ovvero A D F G, *Fig.* 1. Speſſiſſimo confondeſi il circolo colla circonferenza; pure parlando accuratamente la circonferenza è una linea, che termina; ed il circolo è lo ſpazio terminato.

CONCAVO, ch' è cavo, e rotondo: il di dentro d'un cappello è concavo.

CONCENTRICO, che ha lo ſteſſo centro: il circolo *n o h Fig.* 4. è concentrico a N O H; perchè il centro C è comune ad ambedue.

CONO, corpo ſolido formato dalla rivoluzione d'una linea retta, fiſſa, e ſtabile da un capo; e che deſcrive coll'altro un circolo, il cui raggio è più picciolo di eſſa: queſta è la forma, che d'ordinario ſi dà ai pani di zucchero; *vedi la Fig.* 2. Il punto I. ſi chiama la *ſommità*, o l'apice del cono; la linea I K il ſuo *aſſe*, ed il circolo L M K la ſua *baſe*.

CO-

CONICO, che ha la figura d' un cono, o che appartiene al cono: le diverſe figure, che naſcono dal taglio d'un cono, ſi chiamano *ſezioni coniche*.

CONVERGENTI, diceſi di due raggi di luce, che tendono a combaciarſi, e riunirſi in un punto. Se A C, B C, *Fig.* 1. foſſero due raggi di luce, che partiſſero da' punti A, e B, la loro *convergenza* ſarebbe in C; ed il grado di queſta convergenza ſarebbe eſpreſſo col valore dell' angolo A B C.

CONVESSO, curvato, o fatto a volta, come la ſuperficie eſterna d'un globo.

CORDA, in termine di Geometria è una linea retta, le cui eſtremità terminano un arco di circolo; come N O, *Fig.* 4. Queſta linea ſi chiama pure *ſubtenſa*. Se l'arco da lei miſurato foſſe la metà della circonferenza; ovvero s' ella poſaſſe nel centro del circolo, allora nominerebbeſi *diametro*.

CUBO, corpo ſolido regolare terminato da ſei facce quadrate, ed eguali: i dadi da giuoco ſono piccioli cubi.

CUBICO, che ha le dimenſioni d'un cubo: un piede cubido eſprime una quantità di materia contenuta ſotto ſei facce, ciaſcuna delle quali è d'un piede in quadro.

CURVA, diceſi d' una linea, tutte le cui parti non ſono nella ſteſſa direzione; qual p. e. è l' arco A B D, *Fig.* 1. Chiamaſi pur ſuperficie curva quella, tutte le cui parti non ſono nello ſteſſo piano; qual è quella d' un globo, d' un cilindro, ec.

CURVILINEO, ch' è compoſto di linee curve.

DIAGONALE, linea retta, che va da un

angolo all' altro opposto in una figura di più lati; qual è la linea V X. *Fig. 6.*

DIAMETRO, linea retta, che divide un circolo in due parti eguali; come G D, *Fig.* 1. Si chiamano pure con questo nome le linee, che passano per lo centro delle altre figure; come S T, *Fig.* 3. o V X. *Fig. 6.* Si misurano i circoli co' loro diametri; come anco tutte le figure, e tutti i corpi regolari, che sono composti di circoli; quindi si fa la comparazione de' cilindri, e delle sfere per mezzo de' loro diametri.

DIVERGENTI, diconsi due raggi di luce, che partono da uno stesso punto, e che vanno l' uno dall' altro allargandosi; come G A, C B, che partono dal punto C, *Fig.* 1. la *divergenza* si misura dal valore dell' angolo, che fanno i raggi allontanandosi.

EMISFERO, mezza sfera, o mezzo globo. Per questa parola spesso s' intende quella parte di terra, ch' è terminata dall' Orizzonte razionale: il Sole illumina ogni giorno il nostro Emisfero.

ECCENTRICO, che non ha il centro istesso. Il circolo *o h i Fig.* 4. è eccentrico agli altri due della medesima figura; perchè il suo centro D non è l' istesso, che quello di essi, il quale è in C; e la distanza, ch' è tra C, e D, è la misura di questa *eccentricità*.

EQUILATERO, che ha i suoi lati eguali. Tale è il triangolo T C D E, *Fig.* 8. composto di tre linee eguali: quel lato, sopra il quale è posto il triangolo, si chiama la sua base; e l' angolo opposto, chiamasi *sommità*.

ESAGONO, che ha sei lati, o sei facce: si dice un piano esagono, una piramide esagona.

GLO-

GLOBO, è un solido regolare, tutti i cui punti della superficie sono egualmente distanti da un centro comune. *Fig.* 9.

GLOBULO, picciolo globo. S'usa spesso questa parola per significare un corpicello rotondo per tutti i versi: il mercurio dividendosi, va in tanti globuli; le picciole parti dell' aria appariscono nell' acqua in forma di globuli.

INCIDENZA, significa la cadenza, o direzione di una linea sopra un' altra linea, o sopra un piano: si chiama *angolo d' incidenza* quello, ch' è formato da quest' incontro.

LINEA, è una fila continuata di punti, che si toccano: se sono nella stessa direzione, formano una *linea retta*, come E F, *Fig.* 10. se no, fanno una *linea curva*, come E G F. Si concepiscono tutte le linee curve, come accozzamenti di linee rette infinitamente piccole, inclinate le une sull' altre, E *f*, *f g*, *g h*, *i k l*, *Fig.* 10. In questo senso non vi è alcuna linea curva propriamente detta.

ORIZZONTALE, parallelo all' Orizzonte. Questa parola dinota la posizione d' un piano, o d' una linea.

OTTUSO, dicesi d' un angolo, che ha più di 90. gradi. *Vedi Angolo*.

PARALLELA, dicesi d' una superficie, o d' una linea, che in tutta la sua estensione è egualmente distante da un' altra linea, o da un' altra superficie. Le linee X *x*, V *u* della *Fig.* 9. sono parallele fra esse.

PARALLELOGRAMMO, figura piana, i cui lati opposti sono paralleli fra essi. *Vedi Fig.* 6.

PENTAGONO, figura piana, terminata da cinque lati.

PERPENDICOLARE, parlando d' una linea,

o d' una ſuperficie, ſignifica, ch' ella cade ſopra d' un' altra linea, o ſuperficie in modo che fa con eſſa due angoli retti, o uno almeno; la linea H I *Fig.* 11. è perpendicolare a L M.

PIANO, eſtenſione, o ſuperficie retta, ed eguale, o liſcia, terminata da una, o da più linee rette, o curve: la *Fig.* 1. rappreſenta un piano circolare; la *Fig.* 6. un piano quadrato.

PIRAMIDE, corpo ſolido, che ha più facce, e che s' alza ſcemando via via, *Fig.* 13. Il cono può eſſere conſiderato, come una piramide rotonda.

POLIGONO, figura, che ha più lati; nome generico, le cui ſpezie ſono il triangolo, il quadrato, il pentagono, l' eſagono ec.

POLO, una delle eſtremità dell' aſſe, attorno del quale ſi fanno delle rivoluzioni. I Poli del mondo ſono i due punti immobili, attorno de' quali ſi fa il moto di tutta la sfera.

PRISMA, corpo ſolido terminato dai due capi da piani poligoni, ſimili, e paralleli; e nella ſua lunghezza da altrettanti parallelogrammi, quanti ha lati ne' due poligoni, che ſi chiamano le *baſi*. Quando queſte baſi ſono triangoli, il priſma ſi dice *triangolare*; qual è il rappreſentato dalla *Fig.* 12.

PRISMATICO, che ha la figura d' un priſma, o che ha qualche ſomiglianza col priſma: ſi chiamano *vetri priſmatici* quelli, de' quali ci ſerviamo per ſeparare i raggi della luce: chiamanſi pur talvolta *colori* priſmatici i raggi colorati di luce, che un priſma ci fa vedere.

PUNTO, eſtenſione piccoliſſima, di cui ſi confondono le dimenſioni.

QUADRATO, figura di quattro lati, che ha i quattro angoli retti; ſe i quattro lati ſono egua-

eguali, chiamasi *quadrato perfetto*; se ve n' ha due lunghi, e due corti, che sieno opposti fra essi, chiamasi *quadrato lungo*: la *Fig.* 6. è della prima specie.

QUADRILATERO, figura terminata da quattro linee [illegible]. La *Fig.* 6. è un quadrilatero regolare.

RAGGIO, parlando d' un circolo è una linea retta tirata dal centro alla circonferenza; come C B, o C D, *Fig.* 1. Il raggio del circolo si chiama anche *semidiametro*.

RETTANGOLO, dicesi d' una figura, che ha uno, o più angoli retti: il triangolo V X *u*, *Fig.* 6. è rettangolo; perchè l' uno de' suoi angoli *u* è retto.

RETTILINEO, ch' è composto di linee rette: i due triangoli, o il quadrato della *Fig.* 6. sono figure rettilinee.

SEGMENTO, è una porzione d' una figura curvilinea terminata da un arco, e da una corda: O Z N, *Fig.* 4. è un segmento di circolo. Diconsi *segmenti di sfera* per esprimere la parte, ch' è contenuta sotto una porzione della superficie convessa, e sotto un piano, che non passa pel cento; nel ch' è differente il segmento dall' emisfero.

SETTORE, è un triangolo formato da un arco, e da due raggi: tal è A B C *Fig.* 1. Il settore d' una sfera è un cono retto, la cui base termina nel piano d' un segmento.

SFERA. *Vedi* GLOBO.

SFERICO, che ha la figura d' una sfera, come una palla perfettamente rotonda da tutte le parti.

SFEROIDE, corpo solido, che molto s' accosta alla figura sferica; ma che non è perfetta-

men-

mente rotondo da tutte le parti, non avendo tutti i suoi diametri eguali: tal è la figura, che di presente viene attribuita alla terra.

SINO, è una linea retta, che tirasi dalla punta d'un arco di circolo perpendicolarmente sopra il diametro, che passa per l'altro capo dell'arco istesso, e questo si chiama *sino retto*, come HK *Fig.* 1. ma la parte del diametro tagliato dal sino retto fino alla circonferenza chiamasi *sino verso* KG; ed il raggio intiero, o semidiametro è il *sino totale*, o il maggiore di tutti i sini.

TRIANGOLO, figura compresa sotto tre linee, che formano tre angoli CDE, *Fig.* 8. I triangoli ricevono differenti nomi secondo la natura nelle linee, e degli angoli, che li compongono. Così chiamasi triangolo *rettilineo* quello, ch'è composto di linee rette; *curvilineo* il formato da linee curve: *misto*, i cui lati sono retti; e parte retti, e parte curvi: *rettangolo* è quello, che ha un angolo retto: *equilatero* quello, i cui tre lati sono eguali, ec.

VERTICALE, dicesi quel punto del Cielo, che corrisponde direttamente sopra la nostra testa, e che con altro nome chiamasi *Zenit*: una linea, che cade a piombo da un cotal punto, è necessariamente perpendicolare all'Orizzonte; laonde s'adopera talor questa voce *verticale* per esprimere una direzione, che cade ad angoli retti sopra un piano orizzontale.

TAVOLA
DELLE MATERIE
Contenute in questo primo Volume.

Spiegazioni di alcuni termini di Geometria adoperati in quest' Opera.

LEZIONE PRIMA.

PREAMBOLO. pag. 1
PRIMA SEZIONE. *Della Estensione, e della divisibilità de' corpi.* 3
PRIMA ESPER. *che prova, che la materia è divisibile in un grandissimo nnmero di parti.* 9
II. ESPER. *per provare la medesima Proposizione col mezzo delle dissoluzioni.* 11
III. ESPER. *che prova la stessa cosa cogli odori.* 16
IV. ESPER. *che prova di nuovo la divisibilità de' corpi per mezzo delle parti coloranti.* 20
Prove tolte dal tiramento de' metalli, e dalle operazioni, o metodi de' Battiloro, e de' Filatori d' oro.
II. SEZIONE. *Della Figura de' corpi.* 27
I. ESPER. *che prova, che i piu piccioli grani d' arena sono figurati.* 30
II. ESPER. *che prova, che i differenti sali sono composti di parti diversamente figurate.* 31
III. ESPER. *con la quale si fa vedere, che i più piccioli insetti variano nelle figure, egualmente, e più, che i più grandi animali.* 33
III. SEZIONE. *Della solidità de' corpi.* 38

I. ESPE-

I. ESPER. *che le materie le men compatte sono capaci di resistere ad altri corpi.* 41
II. ESPER. *che prova la medesima cosa.* 43

LEZIONE SECONDA.

Della Porosità, Compressibilità, ed Elasticità de' Corpi.

PRIMA SEZIONE. *Della Porosità.* 48
I. ESPER. *che prova la porosità del legno.* 49
II. ESPER. *che mostra la porosità della pelle degli animali.* 53
III. ESPER. *con la quale si fa vedere, che il guscio delle uova è poroso.* 56
IV. ESPER. *che prova la porosità della carta, e di molte altre materie col mezzo degl' inchiostri simpatici.* 59
Che la quantità, e la figura de' pori non è la stessa in tutte le materie. Prove tolte dalla stampa, od intaglio ad acqua forte, dalla tintura de' marmi, e dalle vernici. 65
II. SEZIONE. *Della compressibilità, e della elasticità de' Corpi.* 68
I. ESPER. *che prova, che l' acqua non è sensibilmente compressibile.* 71
II. ESPER. *che prova la stessa cosa.* 72
III. ESPER. *con la quale si prova, che i Corpi solidi, anche i più duri, sono sensibilmente compressibili.* 75
Dell' elasticità, o sia della molla de' corpi. Osservazioni sopra le applicazioni fattesi de' corpi elastici agli Oriuoli, a' Penduli, alle arme da fuoco, alle vetture, a' suoni. 80 e seg.
Come i metalli acquistano dell' elaterio: gli effetti della tempera sull' acciajo.

Di-

Digressione sopra i Sensi. 86
il Tatto. 90
il Gusto. 94
l'Odorato. 98

LEZIONE TERZA.

Del moto, delle sue proprietà, e delle sue leggi.

PRIMA SEZIONE. *Della mobilità de' corpi.* 106
I. ESPER. *per provare, che la forza d'inerzia non è la stessa cosa, che la gravità.* 111
II. SEZ. *Del moto in generale, e delle sue proprietà.* 113
Distinzione delle forze vive, e delle forze morte. 118
III. SEZ. *Delle leggi del moto semplice.* 123
Prima legge del moto semplice. 124
ARTIC. I. *Della resistenza de' mezzi.* 126
I. ESPER. *che prova, che i mezzi resistono in ragione delle loro densità.* 128
II. ESPER. *che prova la stessa cosa.* 130
III. ESPER. *con la quale si prova, che la resistenza de' mezzi è proporzionale a' volumi de' corpi, che muovonsi in essi,* 134
ARTIC. II. *Della resistenza degli sfregamenti.* 138
I. ESPER. *che fa conoscere due sorte di sfregamenti molto diversi l'uno dall'altro.* 144
II. ESPER. *che mostra doversi tener conto delle superficie, quando si vogliono calcolare gli sfregamenti.* 148
III. ESPER. *che prova, che gli sfregamenti crescono molto più per le pressioni, che per la grandezza delle superficie.* 151
Conclusione sopra il moto perpetuo meccanico. 154

LEZIONE QUARTA.

Delle cagioni, che mutano la direzione del Moto. 155
Seconda, e Terza Legge del Moto semplice. 156
PRIMA SEZ. *Della direzione cambiata per occasione dell' incontro d' una materia fluida.* 157
I. ESPER. *per provare, che l' obliquità d' incidenza è una condizione necessaria per la refrazione.* 159
II. ESPER. *onde si prova, che vi è refrazione, quando i mezzi sono differenti, ed il mobile passa obliquamente dall' uno nell' altro.* 163
III. ESPER. *che fa vedere, che quando l' incidenza del mobile è troppo obliqua, la refrazione si muta in riflessione.* 168
II. SEZ. *Del Moto riflesso.*
I. ESPER. *che addita, non esservi moto riflesso, quando non vi è elaterio nel mobile, o nel piano percosso.*
II. ESPER. *che prova, che il moto diventa riflesso, quando il corpo percosso, o quello, che percuote, è elastico.* 183
III. ESPER. *per dimostrare, che l' angolo di riflessione è eguale a quello d' incidenza.* 186
III. SEZ. *Della comunicazione del Moto nell' urto de' Corpi.* 188
ARTIC. I. *Dell' urto de' Corpi non elastici.* 192
PRIMA PROPOS. *Quando un Corpo in quiete è urtato da un altro Corpo, la velocità del Corpo, che urta, dee tra l' uno e l' altro Corpo dividersi, secondo la porporzione delle masse.* ivi.
I. ESPER. *nella quale si adoprano masse eguali.* ivi.
II. ESPER. *nella quale il Corpo urtato ha due volte altrettanto di massa, che il corpo, che urta.* 195
III. ESPER. *nella quale il Corpo, che urta, ha due*

due volte altrettanto di massa, che il corpo urtato. ivi.
SECONDA PROPOS. *Quando due Corpi, che si muovono dallo stesso verso con velocità ineguali, vengono ad urtarsi; o sia, che le loro masse sieno eguali, o no, continuano a moversi insieme, e nella loro prima direzione con una velocità comune meno grande, che quella del corpo, da cui è venuto l' urto; ma più grande che quella del corpo urtato, avanti la percussione.* 199
I. ESPER. *con masse eguali, e con le velocità stanti in proporzione di 3. con 6.* ivi.
II. ESPER. *con masse, l' una doppia dell' altra; e con velocità, che sono in ragione reciproca delle masse.* 201
III. ESPER. *nella quale l' uno de' due corpi avente una volta meno di massa, che l' altro, ha due volte altrettanto di velocità.* 202
TERZA PROPOS. *Se i due corpi, che debbono urtarsi, si muovono per versi direttamente opposti, il moto perirà nell' uno, e nell' altro; o almeno nell' un de' due: se resta moto dopo l' urto, i due corpi anderanno pello stesso verso; e la quantità del loro moto comune sarà egual all' eccesso dell' uno de' due avanti l' urto.* 203
I. ESPER. *con due corpi, le cui masse, e le velocità sono eguali.* 204
II. ESPER. *con due mobili, le cui quantità di moto sono in proporzione di 12. a 24.* 205
COROLLARIO, *o conseguenze delle Proposizioni precedenti.* 207
ARTIC. II. *Dell' urto de' corpi, che hanno elaterio.* 208
PRIMA PROPOS. *Quando un corpo elastico va a colpire un altro corpo simile, il quale è in quiete, ed il quale si muove pello stesso verso ec.* 209

I. ESPE-

I. ESPER. *con due mobili della ſteſſa maſſa, e che hanno molle eguali.* 210
II. ESPER. *con due corpi egualmente elaſtici, quello, ch' è percoſſo, avendo una volta meno di maſſa, che l' altro.* 211
III. ESPER. *con corpi egualmente elaſtici, quello, che urta, avendo una volta meno di maſſa, che l' altro.* 212
SECONDA PROPOS. *Se due corpi elaſtici eguali, o ineguali in maſſa vengono ad urtarſi con velocità proprie, che ſieno eguali, o ineguali, dopo l' urto ſi ſeparano; e la loro velocità riſpettiva è la ſteſſa, che prima dell' urto.* 217
I. ESPER. *con palle d' avorio dell' iſteſſo peſo, e che hanno velocità eguali.* ivi.
II. ESPER. *con palle d' avorio, le cui velocità, e le cui maſſe ſono ineguali.* 218
COROLLARJ, *o conſeguenze delle Propoſizioni precedenti.* 220

Fine della Tavola delle Materie.

LEZIONI DI FISICA SPERIMENTALE.

Lezione Prima.

PREAMBOLO.

LA Fisica, ch'è la scienza de' corpi, ha per oggetto il conoscerli dalle loro proprietà, dagli effetti, che presentano a' sensi, e dalle leggi, secondo le quali s' esercitano, o si compiono le loro azioni reciproche. In questo principalmente ella è diversa dalla Storia Naturale, la quale altro non fa, che descrivere le varie produzioni della Natura, e notare le differenze sensibili, che le contraddistinguono secondo i loro generi, e le loro spezie.

Corpi naturali chiamiamo tutte le sostanze materiali, la cui congerie compone l' Universo. Quello, che in esse osserviamo, uniforme e costante, di cui non ravvisiamo le cagioni, da noi chiamasi *proprietà*; e di qua, come da un punto fisso, ci moviamo per ispiegare i diversi Fenomeni senza temerariamente affermare, che quello, che diamo per prima cagion fisica, non sia l' effetto d' un altro principio a noi ignoto.

Se fossimo certi d' avere penetrata intieramente la natura de' corpi; se sapessimo fuor d' ogni dubbio non aver essi altre proprietà, se non quelle, che già sono pervenute alla nostra cognizione, ci potremmo lusingare con ragione d' averne una idea completa; e non ci resterebbe da fare altro, che applicazioni per render ragione degli

effetti naturali, che sono l'oggetto del nostro studio. Ma molto siam lungi dal poter ciò presumere: niuna cosa ci dà diritto di fare una simile supposizione: l'esperienza, dalla qualle abbiamo imparato quello, che sappiamo delle proprietà de' corpi, tant'è lungi, che ci dica, non aver altro da scoprirci, che pare al contrario, ch' ella ci additi una fonte inesauribile di nuove scoperte in quelle stesse, che giornalmente facciamo.

Quantunque la Fisica non possa vantarsi di sapere tutto quello, che hanno i corpi di comune tra loro, o tutto quello, che ciascuno ha di particolare; ella conosce nulladimeno un certo numero d'attributi, i quali sono da essa considerati, come primitivi, fin a tanto che venga a scoprire una prima cagione, di cui sieno effetti, e la quale trovisi generalmente, e in un modo assoluto in tutto ciò ch'è materia. Tal è, esempigrazia, l'estensione attuale, la figura in genere, la mobilità ec. che accompagnano tutti i corpi inseparabilmente in qualunque stato, od in qualunque circostanza, ch' esser possano.

Vi sono delle proprietà d'un ordine inferiore, le quali non convengono a tutti i corpi, se non in quanto s'attrovano in certi stati, o in certe circostanze: queste proprietà non sono, che combinazioni delle prime, e formano una seconda classe. Tale si è, per esempio, la *liquidità*, che dipende probabilmente dalla mobilità rispettiva delle parti, dalla loro figura, dalla loro grandezza ec. ella conviene solamente alle materie, le quali sono in quello stato, che le fa chiamare *liquori*: appartiene all'acqua, la quale può scorrere, e non al diaccio, quantunque sieno lo stesso corpo.

Finalmente queste proprietà del primo, e del secondo ordine sempre più si combinano, e con ven-

vengono ad un numero di corpi sempre minore; allora non si estendono più a tutti, come le prime, non abbraciano certi stati, come le seconde; si limitano a generi, a spezie, agli stessi individui. Tali sono molte proprietà dell'aria, del fuoco, della luce, de' metalli, della calamita ec. Noi tratteremo da principio delle proprietà più generali; e ci faremo poscia a divisare intorno a quelle, che sono proprie di certi corpi.

PRIMA SEZIONE.

Della Estensione, e della Divisibilità de' Corpi.

LA prima cosa, che si presenta alle nostre idee, o almeno ai nostri sensi, quando esaminiamo i corpi, che ci sono d'intorno, è la loro *estensione;* vale a dire, una grandezza limitata in una qualunque maniera, nella quale si concepiscono parti distinte l'une dall'altre.

L'estenzione materiale, di cui ragioniamo, ha tre dimensioni, *lunghezza*, *larghezza*, e *profondità*, che da' Geometri si considerano, e si misurano separatamente; ma che in Fisica sono inseparabili. Imperocchè ogni più picciolo corpo è solido, ha per lo meno due superfizie realmente distinte; ed essendo la profondità composta di superfizie, e risultando le superfizie da un aggregato di linee, ne segue, che ogni più picciolo corpo è lungo, largo, e profondo.

Tutti i corpi grandi; cioè quelli, la cui estensione è sì grande, che riesce visibile, o palpabile, possono dividersi in molte porzioni, che scemano sempre in grandezza, secondochè s'aumenta la divisione; finattantochè finalmente ciascuna sfugge dai nostri sensi. Così la lima riduce quasi in polvere un pezzo di metallo, separato colle cesoje da una massa più grande.

Per quanto picciole allora ci pajano queſte porzioncelle di materia, ci perſuadiamo facilmente, ch' elleno ſono tuttavia diviſibili. L' Arti ci fan conoſcere per mezzo di mille varie operazioni, che così fatti piccioli corpi ſono anch' eglino aggregati di *molecule*, o picciole maſſe ſeparabili le une dall' altre: il grano di formento, che la mola riduce in farina, ſi ſuddivide ancor molto più nell' acqua, che l' ajuta a fermentare.

Queſte molecule anch' eſſe, che ſenſibili non ſono, ſe non quando ſono molte inſieme, e le quali appena da gli occhi noſtri ſi poſſono diſtinguere le une dall' altre col più perfetto microſcopio, in molte occaſioni ancora ſi diſfanno, e ci danno a conoſcere evidentemente, ch' elleno han *parti*, le quali poſſono eſſere ſeparate le une dall' altre, e che bene ſpeſſo non ſi raſſomigliano. Un pezzo di legno meſſo nel fuoco, ceſſa preſto d' eſſer legno: non ſolamente ſi diſuniſcono le molecule, che compongono la ſua maſſa; ma le ſteſſe parti, che la natura aveva legate inſieme per formare coteſte molecule, cedono pure all' azione del fuoco, e compariſcono ſeparatamente ſotto la forma di fumo, di fiamma, di ceneri, ec.

Finalmente queſt' ultime parti, differenti non di rado fra eſſe, ma l' union delle quali formava picciole maſſe ſimiglianti in uno ſteſſo tutto, non ſono ancora eſſeri, che da noi ſi poſſano conſiderare, come aſſolutamente inſecabili. Quantunque loro ſi dia tavolta il nome di *principj*, queſt' è più toſto una denominazione d' uſo, che un titolo, al quale appoggiare ci poſſiamo per attribuir loro l' indiviſibilità fiſica. Si ha ragione di credere, che nello ſtato, in cui ſi preſentano ordinariamente, non abbiano acquiſtato l' ultimo grado poſſibile di picciolezza: elleno hanno i loro *Elementi*, e queſti

sti Elementi sono ancora di natura diversa in molte: tal è, per esempio, il solfo, che fu già creduto essere una di quelle sostanze inalterabili, le quali la natura ha impiegate nella composizione de' corpi, e che abbiamo poi imparato da una Fisica più illuminata a disfare tuttavia, e discomporre; e fino abbiamo trovato il modo d' imitarlo. (*)

Ma ridotti che sono all'ultimo i nostri sforzi per dividere la materia; allorchè non troviamo più modo di procedere, e ci dinega l' esperienza ogni lume, che dobbiam noi pensare della divisibilità de' corpi? E qual debb' essere la regola delle nostre conghietture? Crederemo noi, che la sia finita, e che spinta da noi si sia la natura negli ultimi suoi trinceramenti; e che siamo arrivati a que' corpicelli semplici, co' quali si può credere, ch' ella abbia incominciata l' opera, la quale noi presa avevamo a discomporre?

Sarebbe vano troppo, e ardito il pensarlo; e le stesse difficoltà, che abbiamo incontrate ne' nostri tentativi, ci debbono almeno far sospettare il contrario. Quando ci poniamo a dividere un corpo, l' esecuzione diventa sempre più difficile, a misura che le parti divise scemano in grandezza: la cagione si è, perchè non possiamo separarle, se non col porre in azione fra esse una materia estranea, che le disunisca, o coll' afferrarle esteriormente per isforzarle a separarsi: quanto più diventan sottili, meno operare possono in esse que' mezzi, de' quali ci serviamo; e la loro disunione è tanto più difficile, quanto più elleno si rassomigliano, o quanto più s' accostano alla prima semplicità; o sia che si tocchino allora per vie di superfizie più analoghe; o che si trovino pochi corpi più duri, e più piccioli di esse per in-

(*) *Mem. de l' Acad.* 1704. *p.* 278.

taccarle. Naturalissimo è dunque il credere, che quando una materia non si divide più, ciò non tanto nasca dal non aver ella più parti da dividere, quanto dal non aver noi più instrumento veruno così sottile, che interromper possa la sua continuità.

E' dunque la materia divisibile in infinito? Io rispondo, che da quanto abbiamo detto fin quì, non siamo già invincibilmente sforzati a così conchiudere; e questa quistione, che fa tanto strepito nelle Scuole, sembra potersi ridurre a poco, quando chi ragiona, voglia reciprocamente intendersi. Imperocchè se parlasi d' una divisibilità puramente ideale, è manifesto, che risponder si può coll' affermativa alla sopraddetta quistione; poichè tutto allora si riduce a sapere, se si concepisca sempre un corpo, come divisibile, per quanto diviso egli esser possa. Ora è certo, che così si concepisce; ognuno s' immagina ancora due metà nella più picciola particella; le superficie, che la rinchiudono, benchè infinitamente combaciantisi, non si confondono mai; e sempre si potrà dire lo stesso a cadauna nuova divisione, che finger si voglia. Questa divisibilità immaginaria non ha dunque limiti; di maniera che se l' Arte, e la Natura se la intendessero insieme, per eseguire tutto quello, che possiam pensare, si potrebbe trovare nell' ala della più picciola mosca un numero di parti, ch' eguaglierebbe finalmente quello de' grani d' arena, i quali s' incontrano sulle rive di tutto l' Oceano: la qual proposizione non può sembrar paradossa, fuorchè a coloro, i quali confondessero la comparazione de' numeri (ch' è la sola, di cui quì si tratta) con quelle delle grandezze materiali.

Ma è forse così seconda la Natura, com' è la nostra immaginazione? Quello, che da noi si concepisce per possibile, ha forse luogo nel reale? Co-

teste

teste picciole porzioni d' estensione, che toccansi senza confondersi, eziandio che distinte sieno l' una dall' altra, sono forse per questo attualmente divisibili? Hanno elleno mai esistito, o comporta la loro natura, ch' esister mai possano separatamente l' una dall' altra? Sopra di questo l' esperienza non ha deciso niente di certo; e postochè in materia di Fisica le prove cavate da' fatti sieno le sole, che fan chiaro nell' intelletto, dir possiamo, che questa quistione rimanga ancora indecisa.

Tuttavolta parecchi Filosofi, col suppor de' confini in cotesta divisibilità fisica si sono appigliati al partito di dire, che gli Elementi de' Corpi sono assolutamente *insecabili*; e che la Natura stessa nel formarli aveva imposto a sè quasi una legge di non dividerli mai. Citano per prova una esperienza di sei mille anni; e dicono, di qua nascere, che lo stato naturale delle cose abbia sussistito sempre lo stesso fin dalla prima sua origine: una quercia è sempre una quercia; un cavallo è oggidì quello, ch' era da principio: all' incontro, se i primi semi, o sia il costitutivo di ciascuna natura in particolare fossero cosa divisibile, par, che la Natura in generale avrebbe mutato faccia, mercè i diversi cambiamenti, che sofferto avrebbono le specie particolari.

Quantunque io sia più inclinato ad ammettere gli *Atomi*, o Corpuscoli insecabili, che a supporre la materia fisicamente divisibile in infinito; non posso non per tanto dissimulare, che l' argomento testè riferito, ancorchè molto specioso, non ha forza bastante per decidere la quistione; e che gli si può rispondere validamente. Imperocchè, quando anche cotesti piccoli Esseri, produzione immediata della Natura, non fossero insecabili, com' egli si suppone, non avrebbe forse l' autore della na-

tura proveduto sufficientemente alla durazione delle sue opere col non lasciar nel Mondo, fuorchè mezzi deboli, e inetti a scomporne l'economia? Provisi dunque, che l'indivisibilità assoluta delle parti primordiali sia la sola strada, che abbia la sapienza del Creatore dovuto prendere per render inalterabile ciascuna spezie. Ma se questa maravigliosa uniformità, con la quale vediamo, che la Natura si riproduce tutto dì, non è una prova invincibile dell'esistenza degli Atomi; almen però dee far credere, che noi non ci dobbiamo promettere così leggiermente di cambiare a grado nostro una materia in un'altra: tutti i mezzi, che l'arte può somministrarci per simili operazioni, sono mere deboli imitazioni della Natura, digestioni, fermentazioni, calcinazioni ec. e se la Natura stessa fino dalla sua origine s'è conservata constantemente, e senza alcun cambiamento ad onta di tutti i movimenti, che si sono operati, e che si operano tutto dì nel suo proprio seno, vorrem noi lusingarci di far de' miracoli ne' nostri Laboratorj? La Chimica, che non è mai stata più assottigliata, e illuminata di quello ch'ella è oggidì, abbandona per questa stessa ragione sempre più cotali pretensioni chimeriche, e s'applica a operazioni di più reale profitto. Ella disfà, più che può, le naturali produzioni per conoscere le proprietà: n'estrae tutto quello, che da lei si sa trasportare in uso nostro; e se studia d'imitare la Natura, non lo fa già con tentare di compor materie, le quali neppur si lusinga di ben conoscere.

Da quello, che abbiam detto intorno alla divisibilità de' corpi, risulta 1. Che non sono prescritti limiti a quella divisione mentale, che non esige nella materia, fuorchè una distinzione reale di parti;

2. che

2. che la divisibilità fisicamente possibile, o non possibile in infinito, è meramente un affare di sistema, in cui si trovano per l'una, e per l'altra parte delle probabilità; 3. che non si può almeno negare una moltiplicità di parti attualmente separabili, e così picciole, che il loro numero, e la loro tenuità superano di gran lunga le idee comuni.

L'ultima di queste tre proposizioni è la sola, che ammetta quel genere di prove, il quale noi ci proponiamo in quest'Opera. Me n'appello dunque all'esperienza, e n'accingo a far conoscere per via di fatti degni di curiosità quello, che si dee pensare della portentosa divisibilità de' corpi.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Fermisi sopra tre piccoli chiodi, o in altro modo equivalente una piccola sottil moneta di rame, d'argento, o d'oro; e di sotto, e di sopra vi si accenda del fior di zolfo, come rappresentasi nella *figura* 1.

EFFETTI.

Mercè di questa operazione, della quale certuni si abusano per alterare la moneta, il pezzo di metallo separasi in due secondo il suo piano; e bene spesso l'una delle due parti più sottile, e più rompevole lascia ancor l'altra così ben contrassegnata, che non pare diminuita sensibilmente.

SPIEGAZIONI.

Un corpo è diviso, quando la legatura delle sue parti viene interrotta da una materia straniera, e che non è atta ad unirsi con esse: così una lama di coltello separa un pezzo di legno in due. La parte più sottile del zolfo, che si sviluppa nell'ardere, e che s'insinua quinci, e quindi tra le parti del metallo dilatato dal fuoco, forma nell'interio-

teriore della moneta, e secondo il suo piano, un suolo di materia straniera al metallo, che cagiona la divisione, e che si ravvisa, quando le parti sono separate.

APPLICAZIONI.

La stessa cagione, che disunisce le superfizie legate, impedisce altresì, che si congiungano, quand' anche abbiano per congiungersi tutte le necessarie disposizioni; e di qua è pertanto, che sogliamo adoperare ora gli olj, ed i grassi per tener separate le materie, delle quali vuolsi impedire l' unione, o il mescolamento; ora qualche cosa d'umido per tener lontano l' accostamento di quelle, che sono pingui; o delle polveri assorbenti, allorchè regna sulle superfizie una fluidità, che le farebbe attaccarsi. Così, per valerci di alcuni esempli familiari, noi faremo osservare, che s' adopera il butiro freddo, ed a strati nelle paste, che si vogliono sfogliare; che s' inzuppa di qualche materia liquida l' interno delle forme, nelle quali s' ha da gittar la cera, il zolfo ec. e che si pongono sopra arena asciutta i vasi formati di fresco nelle manifatture di porcellana, o di majolica. Per questa ragione altresì nell' Arti si usa molta cura in nettar bene le superfizie, che si vogliono far durare raccolte, e strette insieme.

L' uso delle colle, e delle saldature non è un argomento, che dimostri questa proposizione, quantunque consista nell' interporre una materia straniera tra le parti, che si vogliono congiungere.

La principal ragione, per la quale uno strato d' acqua frapposto, esempigrazia, tra due pezzi di cera, mantiene d' ordinario la loro disunione, si è; perchè non essendo l' acqua atta nata a penetrare i corpi grassi, e non attaccandosi ad essi, se non imperfettamente, la sua interposizione

ne non può loro servire di vincolo comune. Ma non è così d' una colla, che può penetrare un pocchettino i pezzi, ch' ella dee attaccare insieme: ella è un corpo fluido, quando si mette in opera, ed il quale con questa azione s' insinua, e s' adatta quinci, e quindi ne' cavi insensibili delle superfizie, ma diventa presto solido, perchè il suo umido lo abbandona, e penetra più addentro: allora questi piccoli legami moltiplicati quasi tante volte, quanti piccoli vacui vi sono tra le parti solide delle superfizie, fanno congiunzione considerabilissima. Per lo principio medesimo, benchè un poco diversamente, le saldature servono a legare i metalli: un miscuglio di piombo, e di stagno, per esempio, messo in fusione, mercè il contatto d' un ferro caldo penetra le prime superfizie del metallo dilatato collo stesso calore: un pronto raffreddamento fa, che le sue parti si ravvicinino; la saldatura, che perde nello stesso tempo la sua fluidità, trovasi attaccata da una parte, e dall' altra, e serve di vincolo comune a i pezzi, e li unisce.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Mettonsi in un bicchiero alcune piccole foglie di rame: in un altro bicchiero somigliante metteși un poco di limatura di ferro, o d' acciajo; e si versa in entrambi una mezz' oncia d' acqua forte. Vedi le *Figure* 2. e 3.

EFFETTI.

Nel primo vaso succede un piccolo gorgogliamento: il metallo pare agitato; il suo volume scema in apparenza; il liquore si riscalda, e prende un color verde; le foglie finalmente spariscono, e si ravvisa un vapore, che si solleva al di so-

sopra del bicchiero. Nell' altro vaso si osservano effetti simiglianti a un dipresso; ma più pronti, più violenti, ed il colore s' accosta al rosso.

SPIEGAZIONI.

Le parti dell' acqua forte, che si possono considerare, come tanti piccoli fendenti, o punterelle acute, vengono portate tra le parti del rame, e del ferro, mercè d' una forza, la cui cognizion tiene ancora in disputa i Filosofi; e sopra la quale l' esperienza non ha ancora deciso. Ciascuna piccola massa penetrata da tutte le parti sparisce a poco a poco per la divisione delle sue parti, che nuotano indipendentemente l' una dall' altra nel liquore, che le ha disunite; e che a cagione del loro mescolamento appare colorato diversamente da quello, ch' era prima dell' operazione. Il calore, che nasce nel tempo della dissoluzione, è un naturale effetto del movimento delle parti, e dell' azione di una materia sopra dell' altra; come pure il vapore, che si solleva sensibilmente, è un effetto del calore aumentato.

La medesima cosa si opera nell' altro bicchiero con maggiore prontezza, e con maggiore violenza. La principal ragione di questo divario si è, perchè l' acqua forte, che in queste due operazioni si adopera per dividere le masse, ha più campo d' esercitare la sua azione sopra del ferro ridotto in limatura, che sopra il rame lasciatosi in foglie; ella tanto più opera, quanto più viene applicata in uno stesso tempo a più superfizie: ora le quantità di materie essendo eguali, quella presenta più di superfizie, ch' è più divisa. Supponiamo, per esempio, un' oncia di ferro raccolta in una piccola massa sferica: se si taglierà questo globicino per lo suo diametro, si aumenterà la sua superfizie; imperocchè avrà

di

di più quella, che si è prodotta colla sua sezione diametrale; e se si moltiplicheranno le Sezioni, è facile vedere, che sempre più crescerà la sua superfizie.

Una ragione, che si può aggiugnere, si è, che il rame ad egual volume è più pesante, che il ferro: vi è dunque più vuoto nell' ultimo di questi due metalli; e per conseguenza più di accesso all' acqua forte, tutte l'altre cose pari.

In quanto ai colori, che prende il liquore con queste dissoluzioni, quì non è il luogo di parlarne; spiegheremo queste sorte di effetti, quando si ragionerà della Luce.

APPLICAZIONI.

L' acqua comune fa con un gran numero di corpi ciò che l'acqua forte opera sopra i metalli; ella divide le terre, i sali, i sughi delle piante ec. ella si carica delle loro parti divise, e le tiene separate, finch' ella è in quantità sufficiente per impedire, che non si ricongiungano. I fiumi pajono torbidi dopo le pioggie, o dopo le nevi liquefatte, sol perchè ricevono allora ne' loro alvei acque cariche di sabbia, e di terra. Le sorgenti minerali prendono le diverse qualità dalle materie, ch'elleno contengono in particelle così sottili, che non ne resta alterata la loro trasparenza; ed il mare è salso, secondo l'opinione comune, e più verisimile, perchè discioglie alcune miniere di sali, che s' incontrano nel suo letto, come se ne trovano nell' altre parti della terra.

Queste sorte di dissoluzioni non disfanno già i corpi; ma dividono solamente le loro masse, e rendono indipendenti le une dall' altre le loro molecule così disunite. L' arte ci porge eziandio alcuni mezzi facilissimi per rimetterle nel loro primo stato; basta per lo più svaporare il liquo-

re,

se, che le tiene disciolte; e questa è la via più semplice, quando le loro parti sono meno evaporabili, che quelle del dissolvente. Questa pratica è in uso per separare il sale dall' acqua nelle saline, per cavare il salnitro da' liscivj, che lo contengono, per raffinare i zuccheri, per accrescere la forza de' brodi, che chiamansi consumati; e generalmente per ispessire tutte le materie, ove la parte liquida è troppo abbondante.

Si può in oltre raccozzare ciò ch' è disciolto, precipitandolo; il che succede, sempre che si presenti al dissolvente una materia più penetrabile, che quella, della quale è caricato. Imperocchè allora entrando nella nuova massa depone le altre parti, le quali dal loro proprio peso raduunansi nel fondo del vaso: ciò si vede addivenire, per esempio, quando versasi dello spirito di vino sopra dell' acqua, la quale si era saturata di zucchero; perchè l' uno di questi liquidi penetra l' altro, e abbandona le parti del zucchero, ond' egli era carico.

Quando si precipitano così i metalli, e' si può farlo in una maniera curiosa, e ch' è capacissima d' ingannare coloro, che non sono ben informati di queste sorte di fatti. Se, per esempio, si tufferà una lama di ferro in una dissoluzione di rame, o di vetriuolo turchino con l' acqua forte, il dissolvente opererà più tosto sul ferro, e deporrà parti di rame in luogo di quelle, ch' egli staccherà dalla massa di ferro, di maniera che sul fine dell' operazione si potrà cavare dal vaso una lama di vero rame; ma sarebbe un abusarsi di questa esperienza il proporla, come una maniera di convertire il ferro in rame; imperocchè non si ritrae mai di questo metallo,

se

se non quello, che se n' era fatto entrare nella prima dissoluzione.

Le infusioni, a parlar propriamente, non sono anch' esse altro, che dissoluzioni per ordinario più tarde; con questa differenza, che in vece di fare scomparire tutta la massa, elleno ne distaccano solamente una certa porzione.

I corpi, che si mettono in infusione, sono per lo più composti di parti di differenti nature: il liquore, che le penetra, si carica di quelle, che cedono alla sua azione; e le altre, che resistono, rimangono legate sotto un volume, che poco differisce da quello, ch' elleno avevano. Il legno d' India, quel del Brasile, ec. ammollati nell' acqua comune lasciano all' acqua un certo sugo, che la natura ha posto tra le fibbre di cotesti legni: quest' estratto, che fa una tintura, non lascia accorgerci di veruna diminuzione sensibile, quanto al volume ne' pezzi, che ne sono spogliati.

Le infusioni divengono assai più pronte, e più caricate con l' acqua calda: il calore aumenta la liquidità dell' acqua, e la rende più penetrante; dilata i solidi, che vi s' immergono, e li rende più penetrabili: queste due ragioni concorrono allo stesso effetto. Le radici, ed i frutti, che si fan cuocere, perchè servano d' alimenti, non si spoglierebbono nell' acqua fredda de' sughi acri, e delle altre parti spiacevoli, che loro si togliono col farli bollire.

Quantunque le dissoluzioni, e le infusioni, le quali non fanno altro, che dividere, o estrarre, niente mutino nella natura delle parti, che separano, e distaccano; nulladimeno le rendono atte per certi effetti, per li quali s' applicherebbono indarno senza l' una, o senza l' altra di queste preparazioni. Quale ajuto si potrebbe ricever mai da' minerali, o da' vegetabili, che s' adoprano nella medicina,

ef-

se una divisione molto più grande, che farla non si può con alcun fendente ordinario, non procacciasse a questi corpi medesimi, oltre una quantità di superfizie bastante, grandezze, e figure convenienti alle parti interne del corpo animato, sopra il quale debbono operare? Quella grata varietà di colore, che s' ammira ne' drappi, ed in tutte le materie suscettibili di tintura, donde proviene, se non che dalle infusioni per la maggior parte? Que' sughi, che si sono addensati nelle piante stesse, ove gli ha preparati la Natura, e che ivi resterebbono senza ridondare in alcun nostro profitto, tornano ad ammollirsi, e distendersi nell' acqua, che li penetra: imprimonsi con essa sopra una superfizie preparata; l' acqua svapora, e l' impressione rimane.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La quarta figura rappresenta una piccola caraffa di vetro piena in parte d' un liquore odorifero; come d' acqua di fior d' arancio, o di spirito di vino imbevuto d' olente spigo, e posta sopra una lampanetta accesa.

EFFETTI.

Quando il liquore comincia a bollire, esce pel beccuccio della caraffa un copiosissimo vapore, il quale si spande per tutta la camera, e che vi si fa sentire da una estremità all' altra senza che appaja diminuzione sensibile nel volume del liquore, quando l' esperienza cessa dopo due, o tre minuti.

SPIEGAZIONI.

Il vapore, che porta l' odor suo per tutta la camera, non è altro, che la parte più evaporabile del liquore separata coll' azione del fuoco dalla massa, e dal medesimo fuoco estremamente divisa;

sa; cotesti piccioli corpi, non ostante la insensibile diminuzione, che cagionano nel volume da loro abbandonato, trovansi in tanto numero da potersi egualmente spargere, e farsi sentire in uno spazio grandissimo.

Se più da presso si vorrà conoscere il prodigioso numero delle particelle olenti, e concepire più nettamente la mirabile divisione, che ha dovuto soffrire la poca quantità di liquore svaporato, basterà paragonarla al volume d'aria contenuta in una stanza quadra di dodici piedi per ogni verso, e con dieci d'altezza. Supposto, che quel poco di liquore fosse eguale a due linee cubiche avanti l'esperienza, e che dopo lo svaporamento sol quattro particelle se ne trovassero in ciascuna linea cubica d'aria (la qual supposizione, mettendo le cose al peggio de' peggi, certamente si può fare); quanti milioni di parti non si ravviseranno con questa comparazione, e con questo calcolo, ch' è agevolissimo a farsi? Ma questi milioni di parti quanto non saranno di più cresciuti, se si pon mente, che quello, che quì fa l'odore sensibilmente diffuso, è sol la minor parte di ciò che ha svaporato? Imperocchè in un liquore, o in un vapore odorifero si debbono distinguer le parti proprie del liquido da quelle, colle quali è profumato.

APPLICAZIONI.

Gli odori considerati in riguardo a i nostri sensi sono impressioni fatte sull'organo dai corpicelli, ch' esalano dai corpi odoriferi. Ciò che avviene in piccolo nell'esperienza poc'anzi descritta, da noi si prova tutto dì in grande con diversi effetti naturali. Regna sopra il nostro globo un certo grado di calore, che varia secondo i tempi, ed i luoghi: cotesto fuoco mantenuto dalla natura, e che mette il tutto in moto, aggiunto ad altre cose,

delle quali parleremo altrove, distacca di continuo le parti più sottili di tutti i corpi, che coprono la superficie della terra: quelle, che sono atte a farsi sentire dall' odorato, sparse e fluttuanti, come l' altre nella parte dell' Atmosfera, che n' è pregna, tanto più si fanno sentire, quanto più si trovano in maggior numero in un volume d' aria determinato. Per questa ragione senza dubbio sentonsi meglio i fiori di un Giardino la sera, quando si rinfresca l' aria, che nel gran caldo del giorno. Questa freschezza, che condensa l' aria, quando annotta, col ravvicinar le sue parti raccozza eziandio maggiormente l' esalazioni, onde l' aria medesima è piena; e respirata così, porta seco sull' organo un maggior numero di quelle parti odorifere, delle quali parliamo.

Se il calore mantiene sempre una quantità più, o men grande di moto in tutti i corpi, e di qua ne nasce una perdita continua della loro sostanza, di che non si può dubitare; che accade stupirsi, che ogni cosa venga meno col tempo, e che certi corpi scemino, e svaniscano prontamente? Così gli stagni, e le paludi si seccano, quando con le pioggie, e con le sorgenti non si risarcisce l' evaporazione.

Ma per ristringerci in esempj tolti da corpi odoriferi, quanto sensibilmente non osserviam noi quest' effetto nelle piante, e ne' fiori? Perchè nel tempo del gran calore eglino s' indeboliscono, e piegano sotto il loro proprio peso? Perchè la mattina ritornano col loro primo vigore? Non per altro, se non perchè quello, ch' esala in tempo di giorno, eccede il ristoro, che viene dal seno della terra; dovechè la notte succedendo altrimenti, i vacui si riempiono.

Quantunque le piante con le loro esalazioni perdano

dano una tanta quantità della loro sostanza, non si può dire per questo, che la parte destinata agli odori entri di molto nel loro sensibile perdimento. Scorgesi da tutti gli altri corpi di questo genere, che la natura li ha sottomessi a una divisibilità sì prodigiosa, che somministrar possono materia, e reggere per un corso di tempo, che sorprende. Ognun sa, che un grano di muschio si fa sentire in guisa, che ci molesta per ben vent'anni in un appartamento, in cui si rinova l'aria ogni giorno. E non sappiamo in oltre, che i cani corrono dietro ad un cervo per lo spazio di sei ore senza avere per lo più altra guida, che l'odore, ch'egli dietro sè lascia? Quanti corpuscoli dunque lascia questa belva scappar da sè per segnare così lungo tempo la sua traccia ad altri quaranta animali, alla cui vista si toglie spessissimo?

La più parte delle bestie, e massime i cani, hanno l'odorato acutissimo: la disposizione di quest'organo, la cui parte principale è nel di fuori, e l'uso frequente, che ne fanno, ajutano senza dubbio quella dilicatezza di senso, che manca in noi: la natura ci ha compensati col tatto, che in noi è più esquisito; e questo pure è il senso, di cui più che di tutti gli altri ci serviamo dopo gli occhi nell'esame, che facciamo de' differenti oggetti, i quali ci si presentano; ma gli animali, che rarissime volte toccano per forma di prova, esaminano fiutando ciò che alla loro vista presentasi, essendo eglino quasi unicamente occupati in procacciarsi il nutrimento; e trovandosi molto d'affinità tra il gusto, e l'odorato, conveniva, che sapessero meglio fiutare, che tastare.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Nel fondo d' un vaso di cristallo si stempera un grano di peso di Carmino; e riempiesi d' acqua ben netta il vaso, il quale tiene quattro fiaschi di Parigi, ed è rappresentato colla *Figura* 5.

EFFETTI.

Il colore si dilata in così fatta maniera, che tutto il corpo dell'acqua ne appare sensibilmente tinto.

SPIEGAZIONI.

Il Carmino è una posatura finissima, che si cava per infusione dalla Cocciniglia, e da alcune materie vegetabili: le parti, che sono già state divise, mercè la preparazione, che se n' è fatta, cedono agevolmente all'azione dell' acqua, che le penetra, e le distende; di modo che si ripartiscono proporzionalmente per tutta la massa del fluido.

Per concepire agevolmente, quanto la materia sia divisa in quest' ultima esperienza, basta conoscere la proporzione, che passa tra il peso d' un grano con quello di dieci lire; ch' è, come l' unità paragonata a novanta due mila, cento, e sessanta. Ma una quantità d' acqua del peso d' un grano si presenta ancora sotto un volume sensibile, che per essere colorato uniformemente dee contenere più particelle di Carmino: quand' anche non supponessimo esservene, se non dieci, il prodotto, che abbiam poc' anzi mentovato, verrebbe a crescere dieci volte il suo valore; e ascenderà a nove cento ventun mille seicento parti sensibili in un volume, ch' era di pochissima considerazione prima di essere dilatato nell' acqua.

APPLICAZIONI.

Per mezzo di particelle di materie così divise, e distese in alcuni liquidi, danno i Pittori, ed i Tin-

Tintori alle superfizie de' corpi certi colori, ch' elleno non hanno naturalmente. Quelle, che sono dipinte, ascose ad ogni ora sotto l' intonacatura, onde si coprono, non sono più per sè stesse visibili, ma per quegli strati di colore, onde le ha vestite il pennello. Non è così di quelle, che si fanno tingere: per l' ordinario queste si preparano in un bagno, che mercè del calore, e dell' azione di certi sali dilata i pori, e scava una innumerabile quantità di cellette, atte a ricever poscia le parti colorative: questa preparazione è, che rende principalmente durabili le tinture, e che impedisce, che si scolorino le materie tinte, quando si lavano. Non sono però sempre particelle coloranti, che tingono le superficie: faremo vedere, trattando della luce, che il cambiamento di colore dipende spesso da un nuovo collocamento, che ricevono fra esse le parti stesse delle superfizie; come quando esempigrazia l' acqua forte muta la carta turchina in rossa; od il calore fa diventar rosso un gambero.

Oltre le sperienze, che abbiamo finora citate per provare la divisibilità de' corpi, le Arti c' insegnano de' modi ingegnosi, che la danno a conoscere evidentissimamente. Non si può vedere senza rimanerne sorpresi il prodigioso tiramento dell' oro, e dell' argento. Gli Artefici, che battono, e che filano questi metalli, vengono a dare ad essi un grado di estensione, ch' è stato osservato già da lungo tempo, e riguardato con attenta ponderazione dai Filosofi. Il Boyle (*) è uno de' primi, che vi ha posto mente; ed ha osservato, che il peso di un grano d' oro ridotto in foglie può coprire una superfizie di 50. pollici quadrati. Questa osservazione dà adito a trovare per mezzo di

(*) *De mira subtilitate effluviorum* cap. 2.

un calcolo semplicissimo un numero stupendo di parti visibili in questa piccola quantità di metello. La lunghezza d'un pollice contiene almeno duecento parti visibili ; poichè sopra alcuni instrumenti Matematici trovasi talvolta distinto con cento divisioni, ed un Osservatore, che alcun poco sia attento, può facilissimamente tener conto delle metà. Facendo dunque questa supposizione plausibilissima, una foglia d'oro di un pollice quadrato potrà tagliarsi in dugento strisciette piatte, ed ogni striscietta in dugento piccoli quadrati; di maniera che tutta la foglia così divisa darà quaranta mille parti, ch'è il prodotto di 200. moltiplicato per 200.

Ma in un grano d'oro battuto trovansi 50. picciole foglie simili a quelle, che poc'anzi abbiamo divise : debbesi dunque moltiplicare ancora 40000. per 50. il che darà due milioni per la somma delle parti, che si possono contare cogli occhi in una porzionzella di materia, ch'è sol la settantaduesima parte d'un grosso. Questo numero, per isterminato che sia, trovasi di nuovo accresciuto la metà, quando si pon mente, che ciascuna di cotestе particelle d'oro può essere veduta, e toccata almeno per due superficie, o per li due piani opposti, le cui dimensioni sono eguali.

Ciò che le foglie d'oro, e d'argento ci scoprono intorno al tiramento di questi due metalli, e alla divisibilità sorprendente delle loro parti, è molto inferiore a quel, che si osserva appresso gli Artigiani, i quali preparano il filo d'argento dorato, di cui si fa uso per fabbricare i drappi d'oro, il galone, il ricamo ec. Quest'arte, in cui il comun della gente non trova, se non un capo di commercio, e un'invenzione da servire al lusso, offre agli occhi di un Filosofo maraviglie,

che

che non sono sfuggite alle osservazioni del Boyle, del P. Mersenо, del Roholt, e di molti altri Fisici in que' tempi, ne' quali ella non era ancor giunta al grado di perfezione, che ha di poi acquistata. Il Signor di Reaumur (*) che l' ha esaminata con quell' esattezza, che in lui è nota, ne ha meglio di chicchessia scoperte le bellezze, e fatto conoscere il vero mirabile. Seguirò qui le sue tracce nell' esporre un abbozzo della prodigiosa estensione, di cui è capace l' oro, quando si fila.

Con una quantità di foglie d' oro, che non eccede mai il peso di sei oncie, e che si diminuisce qualche volta quasi fino ad uno, si cuopre un cilindro d' argento d' incirca 22. pollici di lunghezza, 15. linee di diametro, e 45. marchi di peso. Si fa passare questa verga dorata successivamente per li fori d' una lamina d' acciajo, i quali vanno via via decrescendo in guisa tale, che allungandosi con dispendio del suo diametro diventa finalmente così sottile, come un capello, e d' una lunghezza, ch' è quasi eguale a 97. leghe di 2000. (**) pertiche l'una.

In questa operazione l' oro si distende sul filo d' argento a proporzione che questo si allunga; di maniera che dobbiamo considerarlo, come un involucro, od un fodero, le cui parti non soggiacciono ad interruzione sensibile. Questo filo dorato, che chiamasi appunto il filo, si fa quindi passare tra due colonnette d' acciajo levigate, che lo schiacciano in forma di lama tenuissima, colla quale si attorciglia, e si cuopre un fil di seta per servigio delle varie Arti, che se ne servono; e nell' operazione delle colonnette il filo d' oro s' allunga ancora un settimo. Così in vece di 97. leghe, che

(*) *Mem. dell' Acad. de Scien. 1713. pag.* 205.

(**) Il Francese ha *Toises*, ch' è una ragion di pertica d' una misura particolare: comunemente di sei piedi.

contate abbiamo per la sua lunghezza, se ne possono contare 111.

Supponendo dunque il filo, quanto si vuole più leggiermente dorato, ecco già un' oncia d' oro, che deesi considerare sotto la forma di due lamette, ciascuna delle quali eguaglia la lunghezza di 111. leghe, o che insieme sono pari a 222. leghe. Ma se si pon mente, che il filo schiacciandosi tra le colonnette piglia la larghezza d' incirca un ottavo di linea; e per conseguenza delle due lamette d' oro, che vestono di qua, e di là l' argento, si potrà dividere ancora la larghezza in due parti (imperocchè la linea si divide benissimo in sedici porzioni sensibili) in luogo di due lame bisognerà contarne quattro, ch' eguaglieranno in lunghezza 444. leghe. In una tale estensione quante pertiche, quanti piedi, quanti pollici, quante linee vi saranno! E se si divida solamente ogni linea in 10, qual serie di ziffre non ci vorrà per esprimere la somma delle parti visibili in un' oncia d' oro disteso per la filiera? L' immaginazione quasi non regge a tai numeri; ma per formarcene un' idea basterà comparare la superfizie della nostra oncia d' oro filato a quella di un' eguale quantità del medesimo metallo in foglie. La prima è con la seconda in relazione di 2380. a 146. ma in oltre la grossezza delle foglie, per piccola che sia, è sempre molto più considerabile di quella del suolo d' oro, che cuopre il filo: la prima appena si diminuisce fin alla trentamillesima parte d' una linea; la seconda giugne sovente a un grado di tenuità, ch' eccede la 525000. parte d' una linea.

L' arte, filando così i metalli, imita assai da vicino la natura, se guardiamo al procedere d' entrambe. La seta, innanzi ch' esser filata per nostro uso, è già stata filata dagl' insetti, che ce

la

la proveggono. Il baco filugello, *verme da seta*, porta una filiera naturale, con la quale egli fabbrica quel filo prezioso, di cui fa il suo bozzolo. Alcune persone curiose (*), ed attente a spiare le maraviglie della Natura, considerando l' estrema finezza di questa materia, ne misurarono 300. braccia, le quali non eccedettero il peso di due grani, e mezzo; e il Sig. Reaumur innoltrando più avanti le sue osservazioni ha trovato, che le fila de' ragnatelli, tali e quali sono da essi prodotte immediatamente, e prima che le unischino per formarne la loro tela, che queste fila, dico, sono rispetto ad un capello meno grosse, che non è il filo d' oro rispetto al primo cilindro, da cui è stato cavato; e che il loro diametro appena eguaglia quella leggerissima coperta d' oro, che copre il filo d' argento.

Le sperienze, e le osservazioni, che abbiam riferite, provano a sufficienza, che tutti i corpi, i quali cadono sotto i nostri sensi, non sono altro, che adunamenti, o masse formate col concorso di molte altre più piccole, ciascuna delle quali può dividersi ancora in particelle capaci anch' esse di divisioni, e suddivisioni.

Quando nel dividere una materia, quanto mai ci è possibile, vediamo tutto uniforme nelle molecule, che le compongono, noi le diamo il nome di *semplice*; supponiamo, che le sue parti sieno tutte di una stessa natura, o le chiamiamo *omogenee*, senza pretendere, che tali sieno assolutamente, e riservandoci a giudicare un giorno diversamente, quando una nuova scoperta vi ci determinasse.

Al contrario nominiamo *corpi misti* quelli, le cui parti distratte non si somigliano; come le piante,

(*) *Boyle de mira subtilitate effluv. cap.* 2.

te, gli animali, e quantità di minerali, ne' quali l'analisi fa vedere, che molte materie essenziali differenti (le quali chiamansi *eterogenee*) concorrono alla composizione di un istesso tutto.

Le molecule insensibili, che formano una massa continua, sono sovente unite insieme in tal guisa, che conviene impiegare una forza considerabile per separarle: questa porzione di materia si nomina un corpo *duro*, o *solido*. Questa durezza, che a parlar propriamente è solo una tenacità più, o men grande delle parti, e che non è mai perfetta ne' corpi a noi noti, poichè cede sempre ad una forza finita: cotesta durezza, dico, scema fino alla *fluidità*; vale a dire, fino a tanto che l' aderenza naturale delle parti appena basti per impedire, che liberamente al loro proprio peso non ubbidiscano, quando egli le sollecita a moversi le une sopra dell' altre, ed a mutar la figura del loro tutto. Finalmente la fluidità, che comincia, dove i corpi cessano d' essere considerati, come solidi, cresce fino alla *liquidità*, la qual pure ha i suoi gradi: chiamansi corpi liquidi, o liquori quelli, i quali sono in tale stato, che avendo le loro parti un movimento libero le une sopra dell' altre ubbidiscono con una mutua indipendenza agli sforzi della loro gravità, od alla minima forza, che s' adoperi per separarle; e i loro caratteri più distintivi sono di non aver altra figura, che quella, che loro si fa pigliare ne' vasi, che li contengono; e di collocare la loro più alta superfizie in un piano paralello all' Orizzonte. L' acqua, che scorre, esempigrazia, è un liquore; il fumo, che si solleva nell' aria, e che cambia forma continuamente, è un fluido; e la pietra, che si taglia a colpi di martello, è un corpo solido.

Per ora ci contentiamo di definire questi differenze

ferenti ſtati de' corpi naturali ; ma avremo altrove occaſione di parlarne più diffuſamente , eſaminando le loro cagioni .

II. SEZIONE.

Della Figura de' Corpi .

TUtti i Corpi hanno una grandezza determinata , non ſolo quelli , le cui dimenſioni colpiſcono i noſtri ſenſi ; ma eziandio le parti di queſti medeſimi corpi , qualunque ſia il grado di tenuità , a cui la diviſione le abbia ridotte , e ſotto qualunque ordine , che ſi conſiderino . La picciolezza non è una qualità aſſoluta : niuna coſa è piccola , ſe non che a paragone d' altra più grande ; e quando ſuppongaſſimo un ente minimo , o ſia il più piccolo degli enti naturali , ſempre egli ſupererà in grandezza ciaſcuna della ſua metà .

La grandezza , o (il ch' è tutt' uno) l' eſtenſione più , o men grande d' un corpo è ſempre limitata con ſuperficie , che rinchiudono la quantità di materia , ch' è di lui propria : queſta quantità di materia ſi nomina la ſua *Maſſa* ; ed il più , o meno di ſuperficie non interrotta , che limita la di lui grandezza apparente , ſi chiama il ſuo *Volume* .

L' ordine , o la diſpoſizione , che prendono reciprocamente le ſuperficie terminanti il volume de' corpi , è quello , che chiamaſi la loro *Figura* . Non potendo queſte ſuperficie confonderſi , e diſtinguendoſi ſempre per via di ſituazioni relative , egli è evidente , che l' eſſere *figurato* è una proprietà così comune a tutti i corpi , come quella d' eſſere ſolidamente eſteſi , o d' avere molte parti realmente diſtinte .

Ma queſte ſuperficie poſſono variare in infinito per la loro grandezza , pel loro numero , per la lo-

loro rispettiva disposizione; ond'è, che tutte le sostanze materiali, alle quali conviene essenzialmente d'avere una figura in generale, ricevono questa, o quella in particolare; ed elleno sono variabili, e forse tanto variate fra esse, quant'è possibile combinare insieme la grandezza, il numero, e l'ordine delle superficie.

Questa proprietà, che si potrebbe nominare *Figurabilità*, si estende a tutti i corpi in una maniera sì generale, che si accompagna in tutti gli stati: conviene sì a quelli, che si muovono, come a quelli, che sono in quiete: conviene non solamente a i solidi, ma ai fluidi, ed a i liquori ancora, i quali han la loro figura, la quale dipende dagli ostacoli, che s'oppongono al loro spandimento; il mare, gli stagni, i fiumi sono figurati dalle loro costiere, e dalle loro rive; il vino dalla sua botte; la fiamma, ed il fumo dall'aria, che li circonda ec.

Quando al primo sguardo, onde consideriamo due corpi, eglino ci compariscono terminati alla stessa maniera, diciamo, che si somigliano nella figura: così chiamiamo cubi i dadi d'uno sbaraglino, perchè al primo aspetto ognuno di essi presentasi sotto sei facce eguali; e chiamiamo simili due soldati vestiti della stessa veste militare. Ma questa prima rassomiglianza ha de' limiti strettissimi: ella si estende solamente a certi caratteri generali, che reggono appena la prima vista: un esame più particolareggiato scuopre in breve un'infinità di differenze fin negl'individui dell'ultima spezie; di maniera che si potrebbe dire con giusta ragione, che in tutta la natura è probabile, non vi essere due perfettamente simili enti, massime se alla varietà di figura s'aggiugne quella del colore, e del volume. Quando gettiamo gli occhi sopra un branco di montoni, e' ci

pajo-

pajono raſſomigliarſi tutti, perchè ci fermiamo ſulle prime apparenze; ma il paſtore, ch' è aſſuefatto a ſcorgervi delle varietà, li diſtingue benissimo gli uni dagli altri. In una turba di gente non troviamo due volti ſimili; e diſtinguiamo tra dieci mille i lineamenti d' una perſona, la quale cerchiamo, per l'uſo, in cui ſiam di vedere uomini, e d' imparare a non confonderli.

Queſta prodigioſa varietà di figure moltiplicate ſenza fine in riguardo a coloro, che oſſerviamo più attentamente, convien ella ſolamente a' corpi grandi, cioè a quelli, che poſſiamo vedere, e toccare ſenza alcun ajuto dell' arte; oppure convien ella nè più nè meno alle molecule di queſti medeſimi corpi? Eſtendeſi forſe ſino a quelli, che ci ſfuggono dagli occhi; che conoſciamo per mezzo d' altri ſenſi; che ſi rendono ſenſibili ſol quando ſono molti inſieme; e che per un certo pregiudizio ci ſi pajono additati ſenza alcuna figura, perchè ordinariamente non ſi è informato di quella, la quale hanno?

Queſta quiſtione trovaſi già deciſa con la definizione ſteſſa, che data abbiamo della figura in generale. Imperocchè s' ella altro non è, ch' un aggregato di ſuperficie, che terminano una certa porzione di materia, egli è evidente, che un corpo, quanto picciolo eſſer poſſa, ſarà ſempre terminato da ſuperficie, e per conſeguenza figurato.

Quantunque l'eſperienza non poſſa adeguatamente corriſpondere a tutta l' eſtenſione di queſto raziocinio, e farci vedere delle figure per tutto, dove abbiamo ragione di credere, che ci ſieno; tuttavolta ella ce ne moſtrerà alcune, che ſono ſtate lunga pezza ignorate, le quali l' arte ha ſaputo poi diſcoprire; e noi impareremo da eſempj curioſi, non doverſi ſtudiar di concepire ſenza figura i corpi, ne' quali la figura non ſi diſcuopre co' noſtri ſenſi.

PRI-

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Avendo collocato il microscopio rappresentato dalla Figura 6. al lume d' una finestra ; o, s' è di notte, davanti il lume d' una candela bassa, di maniera che lo specchio, che sta di sotto la piastretta, illumini per riflessione il foro, sul quale cade la lente obbiettiva ; si fa passare il primo vetro del porta-oggetti, o sia dello scaffale mobile, sul quale si sono posti alcuni grani d' arena, e si fa discendere il corpo del microscopio, finchè s' incontri il punto di vista necessario.

EFFETTI.

Collocato l' occhio al di sopra, e molto da vicino alla prima lente oculare, veggonsi i grani d' arena trasparenti, come cristalli della grossezza d' una noce moscata, angolosi, e diversamente intagliati. Fig. 7.

SPIEGAZIONI.

Noi non ispiegheremo quì nulla degli effetti, che riguardano l' Optica, perchè ne tratteremo altrove. Ci ristrigneremo soltanto a quelli, che riferisconsi alla figura de' corpi, di che si tratta presentemente.

Quando fermiamo la vista sopra un grano di arena ordinario, ci pare, come un punto : l' occhio confonde le sue dimensioni ; ma con l' ajuto del microscopio l' oggetto appare più grande : si distinguono facilmente e linee, ed angoli, e sinuosità, e contorni, e superficie ; in somma si vede una figura ben terminata, della quale si ravvisano con facilità le differenze, quando paragonasi ad un' altra.

APPLICAZIONI.

I grani d' arena debbono essere considerati, come tanti piccioli cristalli assai duri, preparati dal-

dalla natura, e che l'arte applica ultimamente a diversi usi. Perchè sono piccioli, ed angolosi, ci serviamo di essi per levigare, o nettare i metalli, e tutti que' corpi più duri ancora, su' quali la lima, od il tagliente dell'acciajo non ha più presa: si ammollano in tal caso, affine d'ajutare la loro mobilità, e per impedire, che logorandosi vicendevolmente, o scantonandosi non perdano la proprietà, che hanno per li loro affilati angoli d'intaccare le più solide materie.

La trasparenza dell'arena bianca la rende atta ad altri usi: essa è la base di tutti i lavori di vetro; il mescuglio di alcuni sali, e l'azione di un fuoco violentissimo, che la divide, che ne separa le sporcizie, mette le sue parti in istato di legarsi, e di formare una pasta suscettibile d'ogni sorta di forme; e che raffreddandosi piglia consistenza senza cessare d'esser diafana.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Facciasi passare sotto la lente il secondo vetro del porta-oggetti, su cui si sono messe alcune gocce d'acqua salata, che si è lasciata seccare.

EFFETTI.

Accostando l'occhio al microscopio si vedono alcune molecule, le quali mostrano figure simili, quando la preparazione è stata fatta con un sale istesso: se per esempio, si è adoperato il sale marino, e comune nelle tavole, ciò che si vede col microscopio, somiglia a piccoli cubi. *Fig.* 8.

SPIEGAZIONI.

Le parti di questo sale, che l'acqua avea divise, e tenea disciolte, si sono fissate sul vetro del porta-oggetti, mentre la parte liquida è svaporata. Prima di questo svaporamento dell'ac-

acqua, l'ajuto del microscopio non basta per renderle visibili, perchè allora sono ancora troppo divise, e troppo tenui, sicchè non possono essere vedute; ma a proporzione che il liquore le abbandona, si ravvicinano, e formano molecule di volume più grande; e quand'anche restassero così piccole, com' erano nell' acqua, noi faremo vedere altrove, che supposte eguali grandezze, i corpi diafani si vedono meglio, quando sono immersi nell' aria, che in tutt' altro liquido trasparente più materiale.

Ogni sale, che si cristallizza, affetta ordinariamente una figura, che gli è propria, e che verisimilmente dipende dalla figura stessa delle sue menome parti. Il sal marino, per esempio, forma cubi, il sal nitro aghi, il zucchero globiccini ec. *Figure 9. e 10.*

APPLICAZIONI.

L' uniformità delle figure nelle molecule non è una qualità particolare de' sali: se ne incontrano parecchi altri esempj, soprattutto nel genere minerale: il cristallo di rocca, e la più parte delle pietre trasparenti pajono spessissimo così in piccolo, come in grande sotto la forma di prisma, o di piramide essagona; ma non si dee quindi conchiudere dal particolare al generale, che le parti insensibili di tutti i corpi sieno tanti piccioli modelli di ciò che sono in un volume più grande.

Il sale, a cagione della sua estrema divisibilità, e della figura angolosa, ed aguzza delle sue parti, s' insinua molto facilmente ne' pori di tutte le materie animali, vegetabili, solide, o liquide; e per questa ragione s' adopera con buon esito per conservarle. Imperocchè non essendo altro la corruzione, che uno scomponimento, od una trasposizione di parti, la quale cambia lo sta-

ſtato delle molecule ne' corpi miſti; tutto quello, che potrà contenere coteſte parti nell' ordine, che hanno ricevuto dalla natura, impedirà neceſſariamente, che i piccoli compoſti, che riſultano dal loro adunamento, non ſieno alterati; ed al contrario tutto ciò, che darà luogo al moto delle menome parti, ſarà occaſion di corruzione. Ora le particole ſaline, come tanti piccoli cantoncini riempiono i piccoli vacui, ſoſtengono, e puntellano le particole ſolide, fermano il progreſſo dell' evaporazione, e conſervano almeno per qualche tempo lo ſtato naturale. Così la carne degli animali, quand' è ſalata, riman più lungo tempo buona per gli uſi noſtri; e le frutta candite nel zucchero ſi conſervano per più anni.

Queſta prodigioſa varietà di figure, che s' oſſerva in tutti i corpi inanimati, e nelle picciole maſſe, che li compongono, non è nè men grande, nè meno ammirabile nel genere animale; il medeſimo iſtrumento, che ci ha fatto poc' anzi vedere gli angoli, e le punte delle parti ſaline, ci diſcuopre altresì un mondo di piccoli eſſeri viventi, di piccoli inſetti, che non avremmo forſe mai ſoſpettato, ch' eſiſteſſero; de' quali non avremmo certamente indovinate le forme, e che dobbiamo eſſer curioſi di conoſcere: a tal fine aggiugnerò l' Eſperienza ſeguente, per finir di additare, quanto la natura ha variato la figura de' corpi in ogni genere.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si fa paſſare ſotto la lente obbiettiva del microſcopio il terzo vetro dello ſcaffale mobile, ſul quale ſi è poſto con la punta d' uno ſtuzzicadenti una picciola goccia d' uno de' liquori, di cui daremo quì la preparazione.

1. In un vaso d'un apertura larghetta bisogna mettere a macerare nell'acqua un poco di fieno tagliuzzato, della paglia, de' fiori di varie specie, e delle parti di qualunque pianta; ed esporre ogni cosa per circa una settimana all'aria libera; ma all'ombra in tempo caldo; o pur, se si ha il comodo, attingere un poco d'acqua da qualche pozzo, ne' luoghi, dove vi ha del mosco verde, o alcune altre piante acquatiche.

2. In una caraffa di vetro, che s'ha da tenere aperta, esponga si similmente dell'aceto comune.

3. In un bicchieto, o in altro vaso equivalente si conservi per quattro, o per cinque giorni dell'acqua, che trovasi nel guscio dell'ostriche, quando si aprono.

EFFETTI.

Scorgesi nel primo liquore un' infinità d'animaletti, che pajono di specie differenti, o per le loro figure, o per la loro maniera di muoversi, che variano estremamente. Alcuni somigliano a picciole palle *a*; si vibrano in linea retta, e formano sempre angoli ben contrassegnati, qualora mutano direzione; gli altri *b*, più lunghi, e d'una forma ovale, si muovono tortuosamente: in molti si scuoprono manifestissime zampe, con coda bene spesso forcuta, e alcune antenne: altri *c*, composti d'anelli, si muovono alla foggia de' vermi terrestri, o come le sanguisuche. In alcuni si discernono gli organi principali, e la circolazione degli umori; e per poco, che si osservi con attenzione, si viene presto a scoprire fino la cagion finale de' loro movimenti; imperocchè se ne veggono alcuni, che divorano gli altri; e si capisce senza fatica, che gli uni si muovono per cogliere la loro preda; e gli altri per ischivare d'essere colti. *Fig.* 11.

Nell'

Nell' aceto, ch' è ſtato eſpoſto per più giorni all' aria con un tempo dolce, vedonſi degl' inſetti che per la loro figura ſomigliano gran fatto ad anguillette viviſſime: rade volte ſuccede, che ſi trovino meſcolate con animali, i quali giudicar ſi poſſa eſſere d' un altra ſpezie. *Fig.* 12.

L' acqua dell' oſtriche contiene un numero infinito di animaletti, che per la figura ſi ſomigliano, e per la maniera di muoverſi: la picciola goccia, nella quale nuotano, par ſimile a una doccia, nella quale ſi vedeſſe brulicare una quantità prodigioſa di reinette ſenza nuotatoje, e ſenza coda: la traſparenza de' loro corpi è tale, che ſi ravviſano agevolmente le parti interiori. *Fig.* 13.

SPIEGAZIONI.

La natura ha variata la figura de' più piccoli animali tanto, e quaſi più, che quella de grandi; ma in quelli, come in queſti ella è uniforme, e coſtante per cadauna ſpezie. Così l' aceto preparato nella guiſa da noi accennata fa vedere delle anguille, che non hanno altro divario fra ſe, che della grandezza; e l' acqua d' oſtriche contiene per l' ordinario ſol quegli animali, de' quali abbiam fatto menzione.

Il primo liquore tuttavolta ne contiene parecchi, che nè per la figura, nè per la maniera di muoverſi ſi raſſomigliano: non è già queſta una ragione da inferirne, che la figura di que' piccoli eſſeri animati ſia un effetto del caſo, e che una ſola, e iſteſſa ſpezie afferti indifferentemente, queſta, e quella figura. Il liquore, di cui parliamo, è una infuſione di più ſorte di piante, ove differenti animali incontrano il loro nutrimento; e l' acqua comune, che n' è la baſe, è un mezzo, il quale può convenire nello ſteſſo tempo e a quelli, che ſi nodriſcono d' erbe, e a quelli, che ſo-

no voraci. Il luccio vive nella stessa acqua, che la reina, quantunque ambedue prendano alimento diverso; e istoria degl' insetti ci somministra buon numero d' esempj, che hanno una ancor più diretta, e più prossima relazione con questa supposizione. Non è affatto così dell' aceto, o dell' acqua dell' ostriche: egli è probabile, che questi due liquori non convengano, se non a pochissime specie di cotesti piccioli animali; ed il mezzo, ch' eglino abitano, li mette a coperto, per quanto è verisimile, dalla persecuzione degli altri. Io ho provato più volte di mettere insieme insetti d' acqua dolce con quei dell'aceto, o con quei dell' acqua d'ostriche: i primi sono sempre di primo tratto periti.

APPLICAZIONI.

Gl' insetti sono stati per assai lungo tempo creduti parto della corruzione, e figli d' altri corpi guasti, e marciti. L' errore degli antichi intorno alla loro origine è stato tale, che hanno fin pensato di potersi far nascere artifizialmente, osservando certi procedimenti, de' quali hanno eziandio osato dare prescrizioni, o formole. Ciò, che il pregiudizio popolare aveva stabilito, è venuto confermandosi cogli apparenti raziocinj de' Filosofi; ed i sistemi, nati da questa opinione, hanno trovato de' Difensori fino in questi ultimi tempi. Ma qual è quella ipotesi, eziandio quanto si voglia ingegnosa, la quale si regga contro fatti, che non è più permesso d' ignorare? I moderni Naturalisti, meglio informati, che non furono gli antichi, dell' istoria degl' insetti, hanno data loro un' origine più nobile, e più vera: hanno riconosciuto, e manifestamente provato con osservazioni, le quali non ci lasciano punto al bujo, che la generazione di questi animaletti è regolata, e costantemente uniforme per ciascuna specie, non

men

men che la generazione de' Lioni, e de' Cavalli ec. Hanno risposto con esperienze decisive ad apparenze fallaci; e niente a fondo considerate, sopra le quali s' appoggiava l'antica opinione. La tal materia corrotta (dicevasi) fa apparire de' vermi, e delle mosche; è dunque indubitato, che questi animali debbono la loro esistenza a questa corruzione. Come se si potesse conchiudere, che un cadavere di cavallo genera corvi; perchè accade sovente, che sopra d' esso si trovino adunati di cotesti voraci uccelli: o che un prato fa nascere montoni; perchè in esso se n' incontrano de' branchi, che pascolano: che ciò si sospettasse, la perdoneremmo a chiunque non avesse contezza, che gli uccelli fan de' nidi per continuare la loro spezie; e che un agnello proviene da una pecora. Se in qualche maniera si possono scusare quelli, che primi sono stati ingannati dalle apparenze; perchè allora non s' avea notizia veruna del modo vero, onde nascono cotesti animaletti sì differenti dagli altri di mole, e di figura; ora che si sa, come generansi quelli, che sono abbastanza visibili, e cadono sotto l' osservazione, non è più lecito il pensare, che la natura così conforme a se stessa prenda altre strade per moltiplicare quelli, che per la loro estrema picciolezza appena si lasciano vedere, e scoprire con microscopio; nè ch' ella abbandoni al caso la cura di farli nascere.

Bisogna dunque guardarsi bene dal credere, che le piccole anguille, che si scoprono nell' aceto, come pur gli animaletti, che si osservano nelle infusioni delle piante, sieno parti putrefatte di questi vegetabili, che convertonsi in corpi animati. L' esperienza insegna, che se si tengano i vasi chiusi, non vi si genera cosa alcuna; ma si debbe pensare, che quando sono aperti, le madri, le

quali l' aria trasporta da un lato, e dall' altro, vanno ivi a deporre la loro uova, od i loro vermicciuoli, come in luogo, che debbe agevolare il loro sviluppamento; somministrar loro la nutrizione opportuna, e farli crescere. Questa conghiettura s' ella non è più che conghiettura, è validamente confermata con esempj. Quante spezie di mosche vediam noi andare a collocar le loro uova in acque stagnanti, dove il vermetto sbucando si nutrisce, o piglia incremento; finchè arrivato il tempo della sua metamorfosi sollevisi nell' aria con una nuova forma, e con ali, che lo rendono somigliante alla madre?

Questa materia è curiosa, ed interessante, quanto mai dirsi possa: nulladimeno io non mi ci debbo più trattenere a lungo: il Lettore, vago d' esserne più ampiamente informato, dee leggere la Storia degl' insetti del Sig. di Reomur: in essa prenderà cognizione di questo nuovo popolo, il quale sarà veduto perfettamente, quando si veda cogli occhi d' un tale Osservatore. Mi basterà dire, che se fa senso una sì portentosa varietà di figure, con le quali la natura ha differenziati i più piccoli corpi, niun genere appunto ci è, che più appaghi la nostra curiosità quanto quello degl' insetti, dove si debbono ammirare egualmente le differenze, che caratterizzano le spezie, e l' uniformità, che regna in ciascuna.

III. SEZIONE.

Della solidità de' corpi.

LA *solidità* di un Corpo non è altro, che la quantità di materia insieme legata sotto il suo volume: dico, insieme legata; imperocchè se avvenisse, che una materia estranea passasse liberamente per un mezzo a un corpo, ed ivi

ivi esercitasse i suoi movimenti con indipendenza, come l'acqua del fiume, la quale bagna interiormente un mucchio di pietre, che incontra nel suo alveo; questa materia non contribuirebbe punto alla solidità, di cui parliamo. All'incontro bensì l'aumenterebbe, se ella si trovasse fissata sotto il medesimo volume: come, se l'acqua corrente che addotta abbiamo per esempio, diventasse ghiaccio nel momento, ch'ella trovasi tra le pietre ammassate. Un paniere pertugiato da tutte le parti, e immerso in un fluido non ha, se non la solidità sua propria: se un pezzo di legno, egli è più solido di tutta la quantità d'acqua, da la quale è penetrato, cui egli unisce alla sua massa.

Essere solido è una proprietà non solamente comune, ma anche essenziale a tutti i corpi: o si considerino in tutto; o non si riguardino, che le loro parti più semplici. Ella è parimenti il segno meno equivoco della loro esistenza. Gli occhi nostri sono talora ingannati dalle illusioni d'optica; talora siamo tentati di prendere de' fantasmi per cose reali; ma col toccare ci assicuriamo del vero, mercè l'intima persuasione, che abbiamo, tutto quello, che è corpo, essere solido, e capace perciò di resistenza; e che non puossi mettere il dito, od altra cosa in un luogo, che è occupato da una materia, qual ella si voglia, senza impiegare una forza valevole a spignere altrove quella materia.

Ogni *resistenza* ci avisa dunque d'una *solidità* reale, più, o meno grande: questa è una verità cotanto certa, ed affermata da ognuno, che non credo aver ella bisogno d'altra prova, se non dell'abito, che si è fatto, di confondere le due idee, quantunque, a parlar esattamente, l'una rappresenti

la cagione ; e l' altra l' effetto . Ma si dà tal caso , in cui l'una , e l' altra (la solidità , e la resistenza) ci sfuggono dai sensi , o dalla nostra attenzione . Certi corpi ci toccano d' ognora ; ci toccano per tutto egualmente: l'abito ci ha renduto il loro contratto sì famigliare , che ci è mestieri di riflettervi , per riconoscere l' impressione attuale che fanno sopra di noi , quando si opera in un' aria tranquilla ; pochi ci ha , che pensino d' avere continuamente a vincere la resistenza d' un corpo , la cui solidità si oppone ai loro movimenti . Se si usciste dell' atmosfera , per entrarvi di nuovo , sentirebbesi senza riflessione il contatto dell' aria ; come si sente quello dell' acqua , dacchè uno vi s' immerge .

Un' altra cagione , per la quale sfugge dall' attenzion nostra la solidità de' fluidi , si è , che le loro parti indipendenti le une dall' altre , e d' una picciolezza , che supera i nostri sensi , per dilicati chè sieno , cedono al menomo sforzo , che facciamo ; massimamente se sono in poca quantità , nè pensiam di operare , quando operiamo pochissimo .

Poichè i fluidi sono i soli corpi , la cui solidità abbisogna in qualche modo d'essere provata ; e la gran facilità , onde cedono , potrebbe far credere a chi non ci pone ben mente , che tali corpi sono incapaci di resistenza , noi li preferiremo quì agli altri nell' esperienze , che chiameremo per prove ; e sceglieremo l' aria , come il corpo men solido di tutti quelli , che si possono ritenere in un vaso ben chiuso ; affinchè dalla di lei solidità dimostrata con fatti conchiudiamo vie più forzosamente la stessa cosa per tutti gli altri corpi .

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un vaso di cristallo rappresentato nella *Fig.* 14. si versino otto, o dieci sestieri d'acqua ben chiara; e pongasi a ondeggiare sulla superfizie dell'acqua un pezzetto di soghero A: si cala di poi perpendicolarmente il vaso B; affinchè l'aria ch'egli contiene, non possa sfuggire.

EFFETTI.

La parte della superfizie dell'acqua, che corrisponde all'apertura del vaso B, s'abbassa a misura ch'esso vaso si fa discendere: il pezzetto di soghero, che galleggia, rende sensibile un tale abbassamento; e fa vedere che non entra acqua nel vaso B.

SPIEGAZIONI.

Il vaso B, continente una colonna d'aria, che riempie la sua capacità; questa massa fluida, tuttochè poco materiale, è però composta di parti realmente solide, che non possono smuoversi dal loro posto per via d'un altro corpo, se loro non si apre un nuovo luogo, cui possano andar ad occupare. Essendo il vaso B chiuso da tutte le parti, e l'acqua, che si presenta alla di lui bocca, essendo più pesante dell'aria; quest'ultimo fluido non può uscire del luogo, dove egli è; e però ch'egli è solido nelle sue parti, si diporta rispetto all'acqua, che incontra, come ogni altro corpo, le cui parti sieno legate. Quindi è, che la superfizie dell'acqua s'abbassa, quanto si fa discendere il vaso, che contiene l'aria; il che è evidente, per lo pezzetto di soghero, che galleggia.

Quantunque l'aria del vaso B, s'opponga all'acqua, che fa sforzo per entrarvi; la sua resistenza non è tale, che ne la escluda intieramente.

Ve-

Vedremo altrove, che una massa d'aria è un corpo flessibile, e che può ristrignersi in minor volume, quando è sforzata: faremo in oltre vedere, che un corpo immerso in un fluido, tanto più in quello è stretto, e premuto, quanto più addentro vi discende. Supposti questi due principj, spiegasi molto bene, perchè l'acqua si sollevi un poco; nel vaso B, non ostante la resistenza dell'aria; il che succederebbe pure, sostituendo all'aria ogni altra materia flessibile, e incapace di meschiarsi coll'acqua; siccome lo proveremo, parlando della compressibilità de'corpi. Ma qualunque cosa succeda, ed a qualunque profondità portisi il vaso B, mai l'acqua non ridurrà il volume d'aria a niente, nè occuperà tutto interno lo spazio. Quando lo sforzo, che si fa nella base averà una volta ravvicinate le parti quanto esser lo possono, non ci è forza, che valga a rinserrarlo in un più piccolo spazio; il che basta per provare, che il fluido, come tutti gli altri corpi, ha una solidità assoluta.

APPLICAZIONI.

Dalla precedente esperienza, per poco che vi si badi, s'impara, perchè non si empia un vaso, od altro simile recipiente, quando tuffasi colla bocca all'ingiù: per qual ragione l'imbuto, il cui canale empie troppo a pelo il collo d'una bottiglia, non è buono ad introdurre in essa un liquore; e perchè siamo costretti di ricorrere a certe vie straordinarie, per empire vasi, i quali sono aperti solamente per un canal picciolissimo, come la picciola caraffa della Terza *Esper.* Prima *Sez.* Per pregiudizio, o per l'abito fatto di vivere nell'aria consideriamo, come vuoto tutto ciò, che è sol pieno di questo fluido: con questa mal fondata presunzione crediamo, che basti, che un li-

quo-

quore in qualsivoglia modo si presenti all' apertura d' un vaso, per trovarvi accesso; ma dovremmo por mente, che tutte le capacità de' vasi sono naturalmente ripiene d' aria; siccome piene sarebbono d' acqua, se fossero state fabbricate in fondo ad uno stagno, e di là non fossero mai uscite: dovremmo in oltre pensare, che l' aria, avendo della solidità nelle sue parti, non può ammettere con sè un altro corpo nell' istesso luogo; e che per ciò volendo metter dell' acqua, del vino ec. in una bottiglia, bisogna far sì, che l' aria passi tra il collo, e l' imbuto, per dar luogo al liquore. Ma quando cotesto collo è talmente stretto, che non può dar libero passaggio nel tempo stesso a due materie, che scorrono per contrario verso; cioè al liquore, che si vuol far entrare; ed all' aria, che debbe uscire; bisognar far ciò successivamente. Laonde allorchè si vuol introdurre lo spirito di lavendola nella caraffa già da noi mentovata, cominciarsi dal riscaldarla; e quando l' azione del fuoco ha fatto uscir buona parte dell' aria, che conteneva, s' immerge il collo nel liquore, il quale corre ad occupare il luogo dall'aria lasciato. Noi consideriamo presentemente in questo effetto, soltanto il rimovimento d' un fluido, che dee precedere l' introduzione di un altro. Quando spiegheremo le proprietà dell' aria, faremo conoscere, come un vaso, che si riscalda, perde una gran parte dell'aria, che contiene.

Detto già abbiamo, perchè l' aria non possa scappare dal vaso B nella esperienza precedente, per la ragione medesima sen rimane l' aria nella campana d' un palombaro, e serve alla di lui respirazione per qualche spazio di tempo. Per la ragion contraria si cava comodamente un liquore da un vaso, che non vogliamo muovere, con

una

una spezie di canna gonfia nella parte inferiore (*Vedi fig.* 15.) Imperocchè essendo questo istrumento aperto in C, l'aria scappa per quest'apertura, a proporzione che il liquore s'introduce per D; e l'esperienza seguente insegnerà, come si possa trasportare detta canna ripiena, valendosi della resistenza dell'aria esterna.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 16. rappresenta una spezie di fontana, il cui canale E F è aperto da una parte, e dall'altra: la parte E è alzata due linee incirca sopra il fondo del bacino G H, che è forato nel centro: riempiesi d'acqua il recipiente I K, fino a tre quarti in circa.

EFFETTI.

Questa fontana scorre in più fiate ripetute per li canali, 1, 2, 3, 4. finchè l'acqua contenuta nel recipiente può sopperire a tal effetto.

SPIEGAZIONI.

Quando il canale E F è aperto, lascia libero passaggio all'aria, che esercita interiormente la sua pressione sopra la superfizie I K. Due cagioni allora concorrono a lasciarla passare; la pressione dell'aria interna, ed il peso dell'acqua. Di queste due cagioni, la prima è contrabbilanciata dalla resistenza dell'aria esterna, che corrisponde al termine de' piccioli canali 1, 2, 3, 4, e che s'oppone per di fuori alla difesa dell'acqua con una forza eguale alla pressione, che la sollecita di dentro: la seconda cagione (il peso dell'acqua) sussiste intieramente, e basta per farla scorrere. Ma se il canale E F viene ad otturarsi, l'aria interna cessando di premere la superfizie dell'acqua in I K, lascia operare liberamente l'esterna, la cui

resistenza prevale al peso del liquido; e lo scorrimento cessa. Ingegnosamente adoprasi l' acqua medesima, che scorre, per cagionare le intermittenze. Non potendo ella uscire dal bacino G H, che la riceve, se non per lo buco, che è nel centro, ella subito colà s' aduna, e per qualche tempo in tanta quantità da poter sommergere l' estremità E del canale; e sol quando è scorsa, egli trovasi aperto di nuovo, e restituisce all' aria il passaggio.

APPLICAZIONI.

Trovansi in diversi luoghi delle fontane intermittenti, che hanno corsi d' acque periodici: tali effetti naturali, che s' incontrano molto ordinariamente in vicinanza de' monti spesso dipendono da più cagioni che s' ajutano mutuamente per lo stesso fine; ma essendo le varie spiegazioni, che sogliono darsene, fondate sopra certe proprietà dell' aria, le quali non abbiamo peranche fatte conoscere, differiamo a mentovarle, fin a tanto che l' ordine, il quale ci abbiamo proposto in quest' Opera ci abbia dato luogo a trattare di cotesto fluido. Quì supporemo solamente (il che è comune all' aria con tutti gli altri corpi), ch' ella è capace di resistere, e operare sopra altre materie; e n' abbiamo delle prove, non solo dalle sperienze, che abbiamo allegate; ma ancora in molti altri effetti, che i nostri proprj bisogni ci mettono sotto degli occhi. La necessità di tenere aperta la parte dell' istrumento sopraccennato (*Fig.* 15.), affin di permettere l' ingresso all' acqua per l' estremità D, non lascia ignorare la resistenza dell' aria, che resterebbe chiusa. Ma quando si vuole trasportare il liquore, che si è attinto, se ne viene a capo col mezzo pure d' una simile resistenza adoperata al di fuori. Chiudendo col dito la parte

del

del canale, si fa, che l'aria esterna opponga tutta la sua forza in *d* alla discesa del liquido rinchiuso. Le lampane, ed i calamaj, che hanno per recipienti boccette rovesciate, come rappresenta la *Fig.* 17. sono pure tanti esempj variati degli effetti medesimi. Se si facesse una piccolissima apertura nella parte superiore L del vaso, il liquore troverebbesi allora tra due potenze, imperocchè l'aria, che resisterebbe in M, farebbe equilibrio a quella, che premerebbe per L; e l'olio, o inchiostro ubbidirebbe liberamente alla sua gravità, che non permetterebbegli di restar sospeso al di sopra del suo livello. Ma finchè il recipiente è chiuso in alto, l'aria, che s' oppone in M, ha forze sufficienti per sostenere il liquore. Una botte piena, quantunque aperta con un buco di succhiello, inganna tuttavia l'aspetazione di colui, che l'ha forata, se si dimentica di darle dell' aria alla sommità. Per la stessa cagione ancora una bottiglia ben turata sul collo, in fondo alla quale stasi nascostamente fatto un buco, inonda, e fa rimanere attonito colui, al quale è data da sturare.

La solidità de' corpi chiamasi pure *impenetrabilità;* ma questo termine ha bisogno d' essere spiegato, affine di tener lungi alcune obbiezioni prese da certe esperienze, dalle quali rilevasi, che più materie meschiate insieme confondono le loro grandezze, e si penetrano vicendevolmente: una spugna, esempigrazia, riceve internamente una qualità d' acqua, che sembra aver perduto il suo volume; poichè quello, sotto il quale ella si trova rinchiusa dopo questa spezie di penetrazione, non è sensibilmente accresciuto; un vaso pieno di cenere, o di arena ammette ancora una gran quantità di liquore; e parti eguali di

spi-

spirito di vino, e d'acqua misse nel vaso istesso occupano minor luogo, di quel che ne occupavano avanti la mescolanza. E' dunque penetrabile forse la materia? O se non lo è, in qual senso intenderemo noi la sua impenetrabilità?

Conviene accuratamente distinguere la grandezza apparente de' Corpi dalla loro solidità reale. Le parti indivisibili (se alcune ve n' ha) sono assolutamente impenetrabili. Quelle eziandio di un ordine inferiore, che cominciano ad essere composte, non sono ancora verisimilmente mai penetrate da materia veruna: in breve, tutti i corpi, quali si vogliano, hanno una certa quantità di parti, che occupano sole i luoghi, che hanno, e che n' escludono necessariamente ogni altro corpo. Ma queste parti solide, e impenetrabili, che fanno propriamente la vera materia di questi corpi, non sono così congiunte insieme, che non lascino tra sè de' spazj vuoti, ovvero pieni di un' altra materia, la quale non ha niuna affinità col rimanente, e la quale cede il suo luogo a tutto ciò, che si presenta per cacciarnela: ammettendo questi piccioli interstizj, de' quali proveremo l' esistenza nella seguente Lezione, è facile concepire, che l' impenetrabilità de' corpi dee solamente intendersi delle parti solide, che trovansi legate insieme nell' istesso tutto, e non del composto, che ne risulta.

LE-

LEZIONE SECONDA.

Della Porosità, Comprensibilità, ed Elasticità de' Corpi.

PRIMA SEZIONE.

Della Porosità.

LA Porosità de' Corpi non è altro, che il vuoto, il quale trovasi tra le loro parti solide; e per questa parola di *vuoto* non pretendiamo già, che s' intendano spazj privi d' ogni materia: perocchè è indubitabile, che la maggior parte di questi interstizj è ricettacolo di fluidi, la cui presenza manifestasi per mille prove. Quando io immergo nell' acqua una spugna asciutta, od una pietra tenera, ne veggio uscire molt' aria a misura che le penetra l' acqua: e quando fo seccare delle materie umide, elleno divengono più leggiere, secondo che col mezzo dell' evaporazione perdono ciò che la loro porosità aveva ammesso. Questi corpuscoli stranieri riempiono solamente i vacui più grandi: la materia del fuoco, quella della luce, che vediamo passare in corpi, che sono dall' aria, e dall' acqua impenetrabili ec. non ci permettono di dubitare, che non vi sieno de' pori di un' altr' ordine, i quali s' empiono di cotesti fluidi molto men grossolani, che gli altri; ma quando considerasi la materia propria di un corpo, ciò si fa sempre, estraendo da tutte queste parti estranee, che seguitano altre leggi, e che non partecipano delle sue affezioni. Creder si può parimente, che dopo questi primi vacui, i quali, a parlar propriamente, vacui non sono, poichè sono d' altra materia pieni; ve n' abbia d' altri più piccoli, e che sono veramente, e pro-

pria-

priamente vacui. La libertà, che richiedesi pel moto, par, che ciò dimandi; ma se esistono nella natura, non sono però suscettibili d' alcuna prova d'esperienza. Eccettuandone dunque solamente le parti semplici, e primordiali de' corpi, poniamo per generale proposizione, che ciò ch' è composto di parti materiali, è poroso; non meno i corpi duri, che i liquori, gli organizzati, e i non organizzati; e che se vi è qualche differenza negli uni, e negli altri, consiste solo nella grandezza, nel numero, nella figura, e nella disposizione de' pori.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura prima* rappresenta una macchina pneumatica, sulla cui piastretta si è posato un cannone di vetro N O, terminato nella sommità da un vaso di legno di quercia P, ch' è stato scavato secondo il filo del legno, e il cui fondo è grosso in circa tre linee: mettesi dell'acqua in questo vaso, e si fa lavorare la tromba.

EFFETTI.

Dopo alcune sospinte dell'embolo, l'acqua contenuta nel vaso di legno passa a traverso del fondo, e cade a goccie nel cannone di vetro; il legno si distende, e talvolta si fende il vaso.

SPIEGAZIONI.

La macchina pneumatica è un istrumento, che serve ad estrar l'aria rinchiusa in un vaso. Noi ci asterremo dal dirne quì cosa alcuna della sua costruzione, e de' diversi suoi usi, perchè ciò non ha che fare col nostro oggetto presente; e il luogo proprio di ragionarne sarà nelle lezioni, le quali tratteranno delle proprietà dell'aria. Basti per ora osservare, che mettendo in azione la tromba di

questa macchina nella preallegata Esperienza si può tor via l'aria contenuta nel cannone di vetro NO.

Un pezzo di legno considerato secondo la sua lunghezza è un aggregato, od un fascio di fibrette rinchiuse sotto la scorza, che serve loro di comune involucro. Si può formare un' idea (molto rozza per verità) con figurarsi un mazzetto di solfanelli coperti d'un fodero. Per quanto minute, ch' esser possano queste fibre legnose, mai non s' avvicinano per modo tale, che non lascino degl' interstizj, i quali formano tanti canaletti. Nello scavare il vaso dell' Esperienza precedente si è ridotta la lunghezza di questi canaletti alla grossezza del fondo, ch' è solo di due, o di tre linee: quindi si può considerare questo fondo, come un cribro aperto con un' infinità di piccoli forellini, che passano da banda a banda; i pori nulladimeno del legno di quercia sono sì piccioli, che l' acqua, di cui s' empie il vaso, ajutata col suo solo peso non può trapelare. Convien pigliare ad imprestito una forza straniera, che la metta in istato d' ingrandire il passaggio, e di penetrare: s'adopra quivi la pressione dell' aria esterna, che continuamente agisce sulla superficie dell' acqua; ma che non può avere il suo effetto, se non quando si diminuisce, o si fa cessare la resistenza di quella, ch' è rinchiusa nel cannone di vetro, e che le fa equilibrio, finchè vi resta: perciò dopo alcune spinte dello stantuffo l' acqua urtata gagliardamente di fuori, non essendo più sostenuta di dentro NO, feltra a traverso del vaso di legno, e si raduna in goccie, le quali formano cadendo una specie di pioggia.

I pori non si sono potuti ingrandire, senza che le parti solide del legno sienſi l' une scostate dall' altre, e senza che si sia estesa la superficie; ma se

la

la circonferenza men penetrata dall' acqua non si distende proporzionalmente, quanto il mezzo, il fondo del vaso diverrà curvo; ovvero il vaso stesso s' aprirà con qualche screpolo.

APPLICAZIONI.

I legni, che chiamiamo *teneri* (perchè essendo più porosi, che gli altri, sono più facili a tagliarsi) quando la loro superficie non è incamiciata d' alcuna materia crassa, diventano umidi, qualora sono più secchi dell' aria, che li tocca; ovvero perdono una parte della loro umidità, se sono in un' aria, che n' abbia meno di essi; perchè la natura de' fluidi comporta lo stendersi per tutto con eguaglianza: e perocchè ognor varia lo stato dell' atmosfera, i legni pure, come tutti i corpi spongiosi, soggiacciono di continuo all' alternativa di umidità, e di aridità; il che cagiona variazioni ne' loro volumi: le superficie crescono d' estensione in un tempo, e scemano in un altro. Per questa ragione le travature nelle fabbriche nuove, le chiusure di abete, i tavolati, i soffitti, ed altri lavori sottili di legname, i quali non sono stati fatti con legno tenuto a coperto per lungo tempo, si seccano sovente con dello scroscio; e le commessure perdono il loro puntuale combaciamento, e tutta l' opera la sua solidità. Una finestra, che si chiude facilmente in un tempo, trovasi troppo larga in un altro, e può appena incastrarsi: una botte screpolata si racconcia restando nell' acqua ec. Imperocchè tutti questi effetti non sono altro, che dimensioni accresciute dall' umidità, o diminuite dalla secchezza.

Così fatti disordini non sarebbono tanto considerabili, se la diminuzione, o l' aumento della superficie succedesse con eguaglianza per tutto, e nell' istesso tempo: nelle opere di un pezzo solo, o raccozzate con colla avverrebbe solamente in cam-

biamento di grandezza, che per lo più sarebbe di poca conseguenza; ma perchè un lato diventa umido, e più grande, mentre l'altro rimane asciutto, e senza diminuzione, ne seguono delle fenditure, degl' incurvamenti, delle difformità. Così un' incrostatura di tavole scavasi nel di fuori, quando la superficie, che tocca un muro umido, rimane più distesa, che l'altra; e così pure una porta fa gibbo, quando i pezzi, che la compongono, non sono egualmente suscettibili dell' impressioni dell' aria, o esenti dalle medesime.

L'uso delle dipinture a olio, e delle vernici rimedia assai bene a queste sorte d' inconvenienti: turando i pori del legno con una materia, che non è penetrabile all' acqua, non solo s' impedisce, che v' entri l'umidità; ma quella eziandio, che vi si trova rinchiusa nel tempo, che si termina l' opera, non ne può più uscire: e questo è un mezzo di conservare alle cose, che ricevono alterazione dal secco, o dall' umido, uno stato costante.

E'cosa mirabile,che piccole particelle d'acqua insinuantisi in una materia solida possano così colle lor picciole forze moltiplicate aumentare la loro estensione, ad onta delle resistenze enormi, che talora fanno forza per ritenerla nelle sue dimensioni. Si sono vedute delle gomene bagnate a bello studio gonfiarsi a costo della propria lunghezza, e far accostare al punto fisso, a cui erano attaccate, moli prodigiose. Una esperienza simile, e che non è men degna d'attenzione,segue tutto dì sotto ad occhi,i quali non ne osservano tutto il bello nelle cave,dove taglianfi le mole da mulino. Queste sorte di pietre sono molto dure, e non v' è l' uso di segarle. Ne viene trascelto un masso,il quale lavorasi,e adattasi in forma di cilindro d' un convenevol diametro. Sinchè egli posa sulla sua base, dividesi a fette circolari, e

pa-

parallele in tal distanza l'una dall'altra, che si trova fra esse ciò che basta per farne tante macine; ma come queste fette, o sezioni non possono giugnere fino all'asse del cilindro, resta un nocciolo, che convien rompere ad ogni fetta, che si vuole staccare: a tal effetto tutto quel, che si è scavato, si riempie con biette di legno tenero, e ben secate, delle quali poi s'aumenta il volume, ammollandole con ispruzzo, o d'altra guisa. Il maraviglioso di questa operazione si è, che nè il peso, nè la durezza d'una tal pietra non possa frodar del suo effetto sul legno la umidità; e che con un mezzo sì semplice, e sì poco valido in apparenza, ella si separi dalla massa, di cui faceva una parte.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In vece del cannone di vetro della Esperienza precedente mettesi quello, ch'è rappresentato nella *Figura* 2. Egli è sulla sommità guernito d'un fiascone di cristallo, il cui fondo è di cuojo di buffalo, e nel quale s'è messo del mercurio fino all'altezza di due dita.

EFFETTI.

Alla prima, o alla seconda spinta dello stantuffo passa il mercurio a traverso del cuojo, e casca nel tubo a piccoli globicini, che imitano una pioggia d'argento.

SPIEGAZIONI.

La pelle di buffalo, che serve di fondo al fiascone, è come quella di tutti gli altri animali porosissima: il mercurio, che posavi sopra, non è in tanta quantità, che sforzi il varco col suo proprio peso; ma dacchè vi si aggiugne la pressione dell'aria esterna, come nella prima Esperienza, allora i suoi piccoli globetti vi aprono il varco, e imi-

tano cadendo una pioggia d'argento pel loro numero, e pel loro colore.

APPLICAZIONI.

La vita degli animali mantiensi cogli alimenti; ma di tutto quello, che prendono per forma di nutrimento, la natura ne impiega solo una piccolissima parte alla sussistenza del corpo, che le digerisce: quand'ella n'ha estratto ciò che le conviene, e l'ha secondo le sue mire alluogato, non le mancano strade, per mezzo delle quali sgombra da sè il superfluo: c'indurremmo volentieri a credere, che l'evacuazioni più volgarmente note sono pur quelle, che via si portano la maggior quantità di coteste sostanze eccedenti; ma vi ha dell'altre evacuazioni, che si scorgono meno, e che operano più, perchè si fan di continuo. Quella, che *traspirazione* si chiama, non è altro, che un'evaporazione d'umori soprabbondanti, che si fa per li pori della cute: s'ella è tale, che renda la superficie del corpo notabilmente umida, si nomina traspirazione sensibile, o volgarmente *sudore*; e questo stato non è naturale: suppone un esercizio violento, o qualche agitazione straordinaria nelle parti interne; ma l'animale il più tranquillo, e il più sano non istà un momento senza traspirare, in una maniera poco in vero sensibile, ma a lungo andare sì efficace, che secondo le sperienze del Santorio, e del Signor Dodart, e d'altri, che l'hanno fatte con somma accuratezza, d'otto lire di alimento, che un uomo abbia prese in 24. ore, la traspirazione insensibile ne porta via cinque.

Non si ha a maravigliarsi dunque dello smarrimento, e della debolezza di quelli, che stanno senza mangiare troppo lungo tempo, o che prendono sostanze poco atte a risarcir quelle, che perdonsi continuamente con la traspirazione; ma si ha ben-

si ragione di stupirsi, quando si vedono alcuni letargici; e certi animali, come le marmotte, i ghiri ec. viver per più mesi addormentati senza prendere verun alimento.

Coloro, che hanno de' corpi vivi, e addormentati in questa guisa, si saranno bene accorti, che lo stato loro somiglia molto più a un generale torpore sparso in tutta la costituzione del corpo, piuttosto che al vero sonno naturale, e comune. In un animale, ch' è semplicemente addormentato secondo l' ordinario corso della natura, la respirazione è sensibile, e frequente, il calore, e la tenerezza delle membra dimostra, che gli umori si muovono, e circolano liberamente: non si ha da fare, diciam così, che un passo da questo sonno al risvegliamento; però la traspirazione continua, perchè le sue cagioni sono a un dipresso le stesse; ma in un letargico il caso è differente: tutto è quasi senza veruna azione; egli non ha altro divario da un morto, se non quello d' un residuo di moto, che appena si lascia sentire, e che d' ordinario non rinvigorisce più; o se alla fine ripiglia vigore, la magrezza estrema, e la gran debolezza dell' ammalato ben mostrano, da ch' è riscosso dal sonno, la perdita, ch' egli ha fatta della sua sostanza, mercè d' una traspirazione più lenta, ma troppo lunga. Io ho talora osservato quelle spezie di topi, che si chiamano ghiri: l' instupidimento, in cui si trovavano, rendeva le loro membra così rigide, come se fossero morti: appena parean più caldi della muraglia, da cui erano stati cavati: quasi niun segno di moto interno scorgevasi in essi, ed una difficoltà non piccola di svegliarli, a tal che si potea sicuramente e agitarli, e ferirli senza che si scuotessero. In un tale stato l' animale fa pochissima dissipazione: può dunque durarvi per molto tempo

senza cibo; e quel tempo, in cui egli vive così, è sempre quello, nel quale è meno abbondante la traspirazione; cioè il tempo del freddo.

Ne' caldi grandi della State si traspira d' avvantaggio, e per ordinario si mangia meno, che in qualunque altra stagione: le parti dello stomaco destinate a fare la digestione degli alimenti, s' allentano, giusto allorchè sarebbe più necessario, ch' esercitassero le loro funzioni: gli animali sono allora meno vigorosi, perchè perdono più, e ristaurano meno, che in altro tempo: l' appetito, ed il bisogno di mangiare non sono la stessa cosa.

Se la pelle degli animali ha de' pori, che trasmettono gli umori dall' interno all' esterno, ella ne ha pure di quelli, che permettono il passaggio a materie, le quali operano dal di fuori al di dentro: la medicina applica esteriormente de' rimedj, che portan gli effetti loro fin nelle parti più interne, e che non lasciano dubitare di questa ultima spezie di porosità.

III. ESPERIEENZA.

PREPARAZIONE.

Mettesi un ovo in un bicchiero, o boffoletto di vetro pieno d'acqua chiara, che si cuopre con un recipiente sopra la piastretta della macchina pneumatica, come viene rappresentato dalla *Fig.* 3.

EFFETTI.

Dacchè si mette la tromba in azione per levare una parte dell' aria, ch' è nel recipiente, tutta la superficie dell' ovo si cuopre di piccole bolle d' aria, che distaccansi a poco a poco per giungere alla superficie dell' acqua; ed in certi siti dell' ovo s' offervano de' piccioli getti d' aria formati da una serie continua di globuletti.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Il guscio d'un ovo è poroso; e per questa ragione svapora in pochi giorni parte della sua sostanza, la quale è presto rimpiazzata dall' aria, che la circonda. Quest' aria contenuta nell' ovo non n' esce, finch' ella è ritenuta dalla pressione dell' atmosfera; ma quando si diminuisce, o si fa cessare questa pressione, come avviene tostochè si leva l' aria, ch' è nel recipiente, e che preme sull' acqua sospignendola contro tutta la superficie dell' ovo, subito l' aria interna per una proprietà, che a suo tempo spiegheremo, fa sforzo per trapelare al di fuori; e mostra nell' uscire i pori del guscio, per li quali v' era entrata. La maggior parte di questi pori sono sì piccoli, che l' aria non vi passa, se non in parti insensibili; ma l' unione mutua di queste particelle le ritiene fin a tanto che il volume accresciutone da un numero sufficiente sia sforzato di sollevarsi alla superficie dell' aria per la differenza, che v' è tra le gravità specifiche de' due fluidi.

La porosità non è eguale per tutto: vi ha de' luoghi, ove questi piccioli condotti sono più aperti, e per li quali l' aria liberamente passa, e in tanta quantità, che tutt' in un tratto obbedisce alla sua rispettiva leggerezza; il che porge occasione a que' piccoli getti, o spruzzi, che s' osservano in differenti luoghi. L' acqua, che si mette nel bossoletto, e nella quale debb' essere l' ovo interamente immerso, non serve, che per far vedere le bollicole d' aria, ch' escono del guscio, e che non si potrebbero osservare, se passassero immediatamente nell' aria del recipiente.

APPLICAZIONI.

Gli ovi, che si dicono freschi, sono quelli, che non hanno ancor perduta quella parte, che chiamia-

miamo latte, e che trovasi nell' aprirli, quando non sono troppo cotti; perciò senza badare alla data, o al tempo della loro nascita potrebbonsi pur freschi chiamar quelli, che da molti giorni fossero sbucati, ma ne' quali si fosse risparmiata cotesta dissipazione di sostanza, mero effetto dell' evaporazione, che prontamente si fa per li pori del guscio. Non solo è cosa curiosa conservar freschi per le loro qualità degli ovi, che sono vecchi di tempo; ma trovasi un reale vantaggio nel potersi procacciare d' ognora in buono stato un alimento, che divien bene spesso equivoco, dacchè si mette in serbo. Ne' viaggi marittimi, e nelle stagioni, nelle quali le galline non figliano, o poco, questo sarebbe un ripiego l' aver provisione d' ova buone, quanto sono le appena nate. Il Sig. di Reomur, che non circonscrive mai le sue Ricerche a speculazioni di mera curiosità, ce ne presenta un mezzo, il quale trovasi egualmente semplice, e più sicuro, che tutti quelli, i quali erano stati immaginati prima di lui. Egli consiglia a otturare i pori dell' ovo con una camicia indissolubile all' acqua, e che abbia qualche consistenza; affinchè ciò che fa sforzo per traspirare dal di dentro al di fuori dell' ovo, non possa fondere, o dissipare quella parte, che si sarà annicchiata ne' pori a guisa di piccioli turaccioli. Due, o tre strati di vernice ordinaria, una leggiera coperta di grasso di montone, o di cera scaldata solo fino alla liquidità sono mezzi, che riescono egualmente; e posso dire, per mia propria esperienza, che un ovo serbato in simil guisa per cinque, o sei mesi fa ancora il latte, e non ha il menomo cattivo sapore.

Le ova verniciate, o incamiciate, come qui abbiam mentovato, non solamente hanno l' avvantaggio di conservarsi buone ad essere mangia-

te,

te, come freſche; ma quello ancora di poter covarſi con tutta ſicurezza dopo un tempo, che ſe non ſi foſſe uſata queſta cautela, farebbe temer con ragione, che ſi foſſero corrotte. Queſto è dunque un nuovo mezzo per tentar d'allevare degli uccelli ſtranieri, che non è poſſibile di traſportar vivi; o almeno ſe ne viene a capo con ſomma difficoltà, e per lo più non s'accoppiano fuori del loro paeſe. Le loro uova verniciate ſi traſporteranno facilmente; ſaranno opportune a cavarſi dopo un lungo traſporto; e ſi ſa, che una ſpezie cova gli ovi d'un'altra: una gallina fa diſchiudere degli anitrini, de' fagiani ec. Ma in ſimil caſo non ſi dee dimenticarſi di preferire la vernice a qualunque altra incamiciatura, che ſi doveſſe applicar calda, e che potrebbe uccidere il germe: come anche non ſi dee tralaſciare di torne via la vernice, che copre il guſcio, quando ſi vuol mettere l'uova ſotto l'uccello, che ha da covarle. Quella traſpirazione, che tornava dianzi a conto di fermare, diventa neceſſaria nel tempo dell'incubazione; e ſono pure due fatti egualmente provati coll'eſperienze del Sig. di Reomur: 1. Che un uovo verniciato rimane inutilmente ſotto l'uccello, che cova: 2. Che quello, ch'è ſtato incamiciato, e che più non lo è, covaſi, e viene a bene, come ſe nol foſſe mai ſtato.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra un pezzo di carta bianca ſcriveſi, o diſegnaſi ciò che ſi vuole con un liquor chiaro, e ſenza colore, preparato con aceto diſtillato, e con litargirio: metteſi la carta, che non porta ſegno alcuno di ſcrittura, quando è aſciutta, ne' primi fogli d'un Libro di quattro, o di cinquecento pagine;

ne; si distende poscia con una piccola spugna sull' ultimo foglio del Libro un altro liquore niente più colorato del primo, e che consiste in una preparazione fatta con l' orpimento, con la calce viva, e coll' acqua comune; e tiensi il Libro chiuso per tre, o per quattro minuti. *Figura* 4.

EFFETTI.

Quando si tragge fuori del Libro la carta, che vi si era messa, trovasi colorato d' un bruno carico tutto quello, che vi si avea scritto, o disegnato col primo liquore; nè s' incontra alcun segno somigliante in tutto il resto del Libro.

SPIEGAZIONI.

Questi due liquori, che l' uso ha chiamati *inchiostri simpatici*, sono di tal natura, che per tutto, dove s' incontrano, il loro miscuglio appare sotto un colore, che non avevano nè l' un, nè l' altro, innanzi che unirsi. Questo effetto è comune ad essi con molti altri liquori, e del quale studieremo di render ragione parlando della luce, e de' colori. L' ultimo di questi due liquori esala un vapore penetrantissimo, che si conosce all' odore, e che passa per mezzo ai fogli del Libro in pochissimo tempo. Ora il vapor d' un liquore è il liquore stesso diviso in piccolissime parti; ed in questo stato egli è atto egualmente ad unirsi col primo già disteso sulla carta bianca: ivi dunque si fa una mescolanza di tutti e due, la quale apparisce sotto il colore, cui debbon far nascere, qualor s' unisconо insieme; e perocchè questo colore dipende assolutamente dall' unione di ambedue, il vapore penetrando il Libro non ha dovuto lasciare alcun' orma del suo trapelamento; poichè si suppone, che i fogli nulla portavano del primo liquore.

APPLICAZIONI.

Dopo che si sono sbandite dalla Fisica tutte quel-

le

le qualità occulte, con le quali a tutto si rispondeva, ma che in realtà non rendeano ragione di niente a chi voleva idee chiare, e distinte; non si dee più ricevere la *simpatica*, e l' *antipatica* per cagioni di alcun fenomeno, quando pure non si prendano queste parole compendiatamente per l' azione meccanica d' un corpo sopra d' un altro; come quando si dice: *il tal rimedio, o il tal alimento è amico del petto, dello stomaco*, ec. maniera di parlare, la quale accenna, che dee sperarsene un buon effetto; ed esime dallo spiegare distintamente, come segua quest' azione, che conserva, o che ristaura. Ma se alcuno per render ragione dell' esperienza precedente avesse detto: il secondo liquore fa apparire il primo, perchè simpatizza con esso; non avrebbe detto niente per coloro, i quali vogliono una spiegazione intelligibile: esigerebbesi da lui, che desse in particolare a conoscere, o in generale almeno, in che consista questa simpatia: non si darebbe retta alle sue ragioni, se non venissero da lui fondate sopra noti principj. Imperocchè s' egli supponesse nella sua spiegazione qualche cosa di nuovo in Fisica, bisognerebbe ancora, che la provasse; altrimenti la sua sarebbe un' ipotesi di niuna forza.

Ordinariamente ciò che fa ricorrere alle simpatie, ed alle antipatie per ispiegare certi fatti, è la difficoltà, che si trova ad accordarli con le leggi ordinarie, e note della natura; ma quelli, che così praticano, sono per lo più informati pochissimo di queste leggi, e dell' uso, che far si può della cognizione delle medesime. Un uomo instruito sa, che le proprietà, le quali noi conosciamo ne' corpi, sono in piccolissimo numero; ma ch' elleno sono fecondissime nelle loro operazioni: spiccano per tanti differenti versi, ch' egli stenta a persuadersi

di

di trovarle mai inuffizioſe: ſenza luſingarſi di conoſcerle tutte, non permette a sè ſteſſo la libertà d'immaginarne di nuove: ama meglio credere, ch'egli non le vede ſempre, dove ſono; e che quello, ch'egli non iſcopre, è riſervato per qualche più felice, e più illuminato intelletto.

Ma (d'uopo è confeſſarlo) i fatti ſono bene ſpeſſo ineſplicabili, perchè ſono falſi, o eſagerati; e ſi opera con prudenza, quando vuolſi verificarli, prima di accingerſi a darne una ſpiegazione. Quei, che li raccontano, hanno creduto vedere quello, che non hanno veduto, per aver mancato d'attenzione, o di diſcernimento; ovvero li ridicono dopo d'averli riſaputi da perſone intereſſate, o di mala fede: che ſe la credulità, e l'amor del mirabile vengono in oltre a proteggere l'ignoranza, e la prevenzione, ricevonſi come fatti coſtanti tutte le immaginazioni puerili, e vane, che ſi preſentano, e tutte l'eſagerazioni, le quali traſmettonſi di bocca in bocca, e s'accreditano col tempo, e con l'autorità di qualcuno, a cui s'attribuiſcono de' lumi, ch'egli non ha. Non parlo dell'impoſſibilità preteſa d'accordare ſopra un iſtrumento due corde, l'una delle quali foſſe di budella di montone, e l'altra di budella di lupo; del pericolo immaginario di gittar nel fuoco dell'orina, o del ſangue; del guarimento, che ſi aſpetta da certi frutti portati in faccoccia, o gittati in un pozzo; e d'innumerabili altri rimedj, o preſervativi ſimiglianti, de' quali ognuno ſcorge l'aſſurdità, ed il ridicolo, ed i quali non ſono appoggiati a veruna ſperienza, che ſi poſſa citare. Ma chi è, che non abbia ſentito parlare della famoſa polvere ſimpatica, e de' ſuoi mirabili effetti? Si ſa, ch'ella non è altro, che vetriuolo calcinato al Sole, e polverizzato: queſto minerale è aſtringente; quando ſi applica ſopra una piaga, non manca di

seccarla, e disporla a chiudersi in brevissimo tempo: fin quì non vi è simpatia alcuna nel senso, che si suppone. Quando si adopera questa polvere vicino al ferito sopra un pannolino bagnato del di lui sangue ancor caldo, talvolta accade, che la ferita se ne risenta: nè pur quì v'è niente di simpatico, salvochè per coloro, i quali ignorano, che il vetriuolo in polvere s'esala in particelle insensibili portate dall'aria vicina ne' dintorni, e che s'attaccano, piuttosto che ad altro, ai luoghi umidi. Ma il mirabile di questa operazione si è, quando questa polvere opera in gran distanza, come di 4. di 6. o di 10. leghe.

Non è verisimile (lo concediamo) che mai si spieghi un tal fenomeno con qualche probabilità per via delle leggi ordinarie, e note della natura; ma perchè voler porsi a spiegare questo preteso fenomeno, s'egli non è altro, che una smoderata esagerazione di qualche Ciarlatano, ciecamente sostenuta dalla credulità, e dalla estrema voglia di udire, e spacciare cose mirabili? Questo giudizio noi dobbiam dare colla scorta di quelli, i quali non hanno voluto credere, se non agli occhi propri (*). Quante di così fatte chimere svanirebbono, se si osservasse la buona fede, e il candore nel racconto de' fatti, e delle loro circostanze?

Siccome siam certi, essere la porosità una proprietà comune a tutti i corpi; così dall'altro canto ignoriamo la quantità assoluta dei loro pori. Essendo pesante tutto quello, ch'è materia, e non convenendo la gravità, se non a ciò ch'è materiale; noi sappiamo, che un corpo ha meno di vuoto d'un altro, allorchè con egual volume egli pesa più di questo; ma questa comparazione non ci avvisa, che della loro porosità relativa: non impariamo già quin-

(*) Corso di Chimica del Lemery. pag. 492

quindi, qual precisa quantità di parti solide trovisi nell' uno, o nell' altro; il che per vero dire ci farebbe conoscere evidentemente, quanto o questo, o quello sia poroso. Il vero mezzo di saperlo sarebbe l' avere una materia, che servisse di paragone, la qual fosse tutta solida, e in cui la grandezza, ed il peso fossero assolutamente sinonimi. Imperocchè col paragonare una porzione di questa materia con un egual volume di un' altra, se questa pesasse la metà meno, per esempio, s' avrebbe ragione di conchiudere, non solamente, ch' ella è solida una volta di meno, il che d' ordinario facciamo; ma sapremmo di più il giusto valore di questo *meno*; e terremmo per certo, che la porosità di questa materia comparata sarebbe eguale alla sua solidità; poichè la gravità, attributo inseparabile dalle parti materiali, vi si farebbe sentire una volta meno, che in una simile estensione supposta tutta materia.

Ma un corpo di tale spezie sarà sempre una supposizione, la quale non si potrà realizzare: cosa simile nella natura da noi non si conosce. L' oro è di tutti gli effeti materiali, che conosciamo, il più compatto, e che racchiude sotto un determinato volume più di materia: non vi ha materia alcuna (almen che ci sia nota) della quale un pollice cubo pesi tanto, quanto un pollice cubo d' oro. E pure questo metallo è poroso; poichè in un momento vi s' introduce il Mercurio; e l' acqua regia, che si adopera per discioglierlo, fa la sua azione sopra una superficie, e poi sull' altra, e via via di mano in mano fino all' ultima. E parecchi Fisici (*) colle loro conghietture sono arrivati fino a credere, che potesse esservi nell' oro altrettanto di vuoto, che di pieno. Quale idea avremo noi dunque della porosità degli altri corpi? Dell' acqua comune, per esempio,

(*) Newton, Traitè d'Optique liv. 2. p. 3. prop. 8.

pio, la quale pesa circa 19. volte meno, che l'oro; o dell'aria, ch'è 800. volte men solida dell'acqua.

Una materia non è sempre più porosa di un'altra per questa sola ragione, ch'ella ha de' pori più aperti: il numero compensa sovente, o sopravanza eziandio nell'una ciò che fa la grandezza nell'altra. Un turacciolo di sughero, per quanto sia compresso nel collo d'una bottiglia, non diventa mai così compatto, come un pezzo di legno d'altra spezie; ma il suo volume diminuito a forza di comprimerlo non lo renderà d'ugual peso al legno di quercia: la sua porosità è dunque sempre più grande; pure nè la quercia, nè alcun altro legno simile sarà così accomodato a fermare l'evaporazione di qualche liquore chiuso in un vaso, come l'è il sughero: egli è dunque più che verisimile, che se nell'uno di tai legni la somma de' vuoti è maggiore, ciò nasce non meno dalla grandezza, che dal numero de' pori. Quando l'acqua regia, che discioglie l'oro, niega di penetrare una massa d'argento, direm forse in conseguenza della leggierezza rispettiva di questo secondo metallo, ch'egli ha i pori più aperti del primo? Perchè quel, ch'entra in questo, non può intaccar l'altro, se, come si suppone, le sue parti distanti l'une dall'altre danno maggior presa al dissolvente? Non sarebbe meglio dire, che i piccoli vuoti nell'argento non sono affatto così grandi, come nell'oro; ma che sono più numerosi?

Sin quì procede bene la spiegazione. Ma se si risponderà, che l'acqua forte ordinaria, la quale divide l'argento, e la maggior parte degli altri metalli, non urta, nè intacca punto l'oro, sarà mestieri confessare, che la grandezza rispettiva de' pori diventa una ragion debolissima; imperocchè don-

de nasce, che ciò che si può introdurre in una minor apertura, non può penetrare in una maggiore? Sarebbe forse d'uopo d'una giusta proporzione tra le punterelle del dissolvente, e i pori della materia dissolubile? Oppure converrà per corroborare questa spiegazione accoppiar la figura con la grandezza?

Non si può dubitare, che una materia non differisca da un'altra per la configurazione delle sue parti insensibili; e dall'esser elleno differentemente figurate ne' diversi corpi, ne segue, che i pori negli uni, e negli altri debbano pigliare forme differenti. Coll'ajuto di questo principio incontrastabile si capisce facilmente, che una particella solida, per collocarsi in uno di questi piccoli vuoti, o per passare dall'uno all'altro, debbe avere non solo una grandezza proporzionata, ma ancora una figura convenevole; e che mancando l'una di queste due condizioni l'altra può benissimo non bastare. Questo è il caso, in cui si è sforzato di confessare, che con principj certi, ed accordati restasi in dubbio ancora sopra le spiegazioni, quando tali principj s'applicano solo per via di conghietture; e l'esperienza non dice, se abbiamo indovinato.

Del resto, quantunque ignoriamo, se sia una proporzione di grandezza, o di figura, o l'una, e l'altra insieme, che fanno operare un dissolvente sopra una materia, e non avere azione sopra di un'altra; il fatto nulladimeno è notissimo in sè, e da lungo tempo le arti se ne sono approssittate.

L'Intagliatore in rame prende una lastra di questo metallo polita, e sottile: la cuopre leggiermente d'una spezie di cera preparata, cui annerisce col fumo d'una fiaccola: disegna quindi su questa superficie tinta con una punta d'acciajo, la quale scuopre il rame, con quanti tratti n'esige il suo disegno; contorna la sua lastra con una piccola fascia,

& cordone di cera ammollita: la colloca orizzontalmente: la cuopre di 3, o di 4 linee d'acqua forte attuffata con l'acqua comune un terzo, o per metà. In breve ora il rame ſcoperto con la punta d'acciajo cede all'azione del diſſolvente, e ſi ſcava più, o meno ſecondo le mire dell'artefice, che va regolando la durata dell'azione, mentre la cera (che nell'acqua forte non ſi diſcioglie) conſerva intero il reſto della ſuperficie. A queſto modo preparaſi una piaſtra di metallo per moltiplicare 3000, ovvero 4000 volte la ſteſſa ſtampa facendola paſſare ſucceſſivamente pel torchio ſopra altrettanti fogli di carta.

Il marmo è impenetrabile all'acqua, ed a parecchi altri liquori; ma non già allo ſpirito di vino, allo ſpirito di terebintina, alla cera liquefatta: queſte eccezioni ſono ſtate raccolte da perſone ingegnoſe, come mezzi da valerſene per introdurre nell'interno del marmo colori ſtranieri; e per imitare col marmo bianco le altre ſpezie, che ſono naturalmente colorate. Il Signor Dufay, che molto ſi era eſercitato a tingere pietre dure, e che ha comunicate all'Accademia delle Scienze le ſue ſcoperte in queſto genere (*) mi fece vedere più volte alcune tavole di marmo artificialmente tinte, ben imitate, e sì fortemente penetrate, ch' erano ſtate di poi luſtrate, e pulite, ſenza che niente perduto aveſſero dei loro colori.

Le vernici, delle quali ſi fa in oggi tanto uſo, altro non ſono, che gomme di varie ſpezie, che ſi liquefanno col mezzo di qualche diſſolvente. Alcune ſi diſtendono nello ſpirito di vino, e reſtano intere negli olj, i quali s' adoperano con riuſcita per liquefare le altre: tutta l'arte conſiſte nel conoſcere, in qual materia ciaſcuna ſia diſſolubile; e

(*) Mem. de l'Acad. 1728. pag. 50.

tale scelta diventa necessaria, non per altro senza dubbio, che per la differenza, che vi ha tra la porosità delle une, e quella delle altre.

III. SEZIONE.

Della Compressibilità, e della Elasticità dei Corpi.

TUtto quello, che abbiam detto della porosità, ne ha dovuto far già conoscere, che la grandezza apparente di un corpo eccede sempre la quantità reale della sua materia propria; e questo eccesso varia forse tanto, quanto le spezie, che compongono l'Universo. Imperocchè s'incontrano di rado due materie, le quali con volumi eguali pesino egualmente.

Questa proporzione tra il volume, e la massa è ciò che chiamiamo *densità*: un corpo è più denso di un altro, quando la quantità reale della sua materia differisce meno dalla sua apparente grandezza; ovvero (il ch'è la stessa cosa) quando sotto una data grandezza egli contiene più di parti solide. Il piombo è dunque più denso del rame; l'aria è men densa dell'acqua.

Ma il medesimo corpo può cambiare in densità; cioè, rimanendo invariata la di lui massa può variare il suo volume, o crescendo, o diminuendo. Quando un corpo divien più denso, vuol dire, che le sue parti solide si condunano, e si ristringono in un più piccolo spazio; e ciò può farsi in due modi, o col sopprimersi una cagione interna, che le teneva più segregate; o coll'applicarsi esteriormente una forza, che le costrigne a mutuamente ravvicinarsi. Possiamo distinguere l'un dall'altro questi due modi di diminuire il volume d'un corpo, chiamando il primo *condensazione*, l'altro *compressione* (avvegnachè, per dir vero, sia sempre condensare una materia il dar occasione alla dimi-

nuzio-

nuzione del suo volume in qualunque modo). Così stringere fra le mani della neve per farne una palla è un comprimerla; far raffreddare un liquore, o diminuire il calore, che dilata le sue parti, è un condensarlo.

Non ci è noto verun corpo della natura (astraendo dalle parti elementari, o sia dagli atomi) il cui volume non possa essere diminuito nell'una, o nell'altra maniera almeno, e bene spesso in ambedue. Per quanto dura, ch'esser possa una materia, non è mai dura perfettamente: le sue molecule sono sempre più, o meno dilatate, o mercè d'un moto interno, che può essere rallentato; o per l'azione d'un fluido straniero, che la penetri, e che si può vincere con una forza esterna. Una sbarra di ferro, esempigrazia, fatta rovente dal fuoco, scema di poi alquanto, e diventa più dura, secondo che si raffredda; perchè le sue parti si ravvicinano, e si cambiano a poco a poco perdendo il moto violento, che acquistato avevano nel fuoco. Una spugna immollata, e dilatata dall'acqua si colloca in uno spazio molto minore, dacchè si spreme il fluido, che riempie i suoi pori. Una palla di marmo, o di vetro, anche un diamante, gettati sopra qualche cosa egualmente dura, rimbalzano subito. Si farà tra poco vedere, che il moto di riflessione è una prova della compressibilità del corpo riflettuto.

Tutti i corpi generalmente in qualsisia stato, che si presentino solidi, fluidi, o liquidi, sono suscettibili di condensazione. Un pezzo di marmo, e massimamente s'è nero, trovasi sensibilmente più picciolo, quando ha soggiornato per qualche tempo in un luogo molto più freddo, che quello, in cui era, quando prima è stato misurato. Una vescica, o un pallone ripieno d'aria

in tempo di State diviene flaccido nell' Inverno; ed il liquore del termometro non discende verso la pallottolina, se non quando il suo volume non basta per riempire la parte del tubo, che occupava in un tempo più caldo. Mà rimettiamo a parlare più diffusamente della maniera, onde i corpi si condensano, quando tratteremo del fuoco, e del calore, che li rarefanno.

In quanto alla compressione, non si può dire, ch' ella così generalmente convenga alla materia considerata in tutti i suoi stati: tutti i corpi solidi sono compressibili; e finora l' Esperienza non ce n'ha fatto eccettuare alcuni: l'aria si comprime considerabilmente, e produce, mercè di tal proprietà, effetti stupendi, che al loro luogo riferiremo. Altri fluidi, come il fumo, la fiamma ec. non sono per anche stati con tal mira provati; senza dubbio perchè sarebbe difficilissimo, e probabilmente impossibile l'applicarli soli ad esperienze di questa spezie. Ma in quanto a' liquori, non hanno mai dato direttamente alcun segno di compressibilità, per quanto si abbia fatto; e pare, che si abbia fatto a bella prima tutto quello, che si può. L'Esperienza dell'Accademia del *Cimento* non è meno ingegnosa, di quel che ne sia stato poco atteso l'effetto; e non si vede, che dopo ch' ella è stata fatta, alcuno abbia tentato di meglio riuscire. Il Signor Newton (*) la riferisce, come una cosa curiosissima; e quasi che avesse temuto, che venisse rivocato in dubbio un fatto così mirabile, asserisce di averlo inteso da un testimonio di vista: io per me lo cito, come veduto cogli occhi miei propri; e dopo che si sono istituiti i miei corsi di Esperienze, se n' è fatto tal uso sotto gli occhi degli altri,

(*) Tratt. d' Optic. lib. 2. p. 3. prop. 8.

tri, che molti possono citar questo fatto, come lo cito io. Eccolo quì:

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Una palla di metallo, di cui accuratamente s' è misurata la capacità, sottile, e flessibile, piena affatto d' acqua, e otturata in maniera che non possa infiatar niente per l'orifizio, applicasi ad un piccolo torchio, come rappresenta la *Fig.* 5.

EFFETTI.

Quando il torchio fa la sua azione, la palla di metallo compressa si schiaccia un poco; e se si continua a premere, l'acqua ne trapela fuori pe' pori, e vedesi sulla superficie in piccole stille, simili a quelle della rugiada.

SPIEGAZIONI.

Ella è una cosa dimostrata, che una capacità sferica contiene più materia, che qualsivoglia altra, date le superficie eguali: ne segue, che un vaso di tal figura, e che sia pieno, non può perderla, senza che succeda una di queste due cose; o ch' egli cresca di superficie per conservare la stessa capacità; o che quello, che in sè racchiude, si condensi scemando del suo volume. Quando l'acqua comincia a passare a traverso del metallo, la palla si trova un poco schiacciata; ma misurando la sua capacità, la troviam la stessa, com' era avanti l' esperimento: bisogna dunque concedere, che questo schiacciamento debbasi unicamente alla forma del metallo; e che il volume dell' acqua non è stato sensibilmente diminuito sotto il torchio.

Il Boyle, il Baron di Verulamio, ed alcuni altri Fisici, che hanno provato di comprimere l' acqua in recipienti di metallo, hanno creduto di vedere de' segni della sua compressibilità; ma è probabilis-

simo, che tutto quello, che hanno veduto, doveva attribuirsi alla flessibilità, o alla molla del metallo; o pure a quella di alcune bolle d'aria rinchiuse con l'acqua dall'istesso recipiente.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

ABCD, *Fig. 6.* è un tubo di vetro molto grosso, che ha 3 linee di diametro interiormente, 7 piedi di altezza, e ch'è ritorto in forma di sifone: vi si versa da prima un poco di mercurio, che riempie la parte ricurva, e che mettesi a livello in BC: empiesi dipoi la parte CD con dell'acqua, chiudesi puntualmente, e saldamente il cannoncino in D; e si versa del mercurio nel ramo AB, fin a tanto che sia pieno affatto.

EFFETTI.

La colonna d'acqua, ch'è tra CD, oppone tanta resistenza alla pressione del mercurio, ch'ella non iscema di volume sensibilmente.

SPIEGAZIONI.

Faremo vedere trattando dell'Idrostatica, che la pressione, la quale esercita il mercurio contro l'acqua in C, è eguale al peso della colonna contenuta nella parte AB del cannoncino. Ora questa colonna di mercurio, che ha 6 piedi in circa, e 10 pollici d'altezza, equivale tre volte al peso dell'atmosfera, il che fa una forza grandissima; e poich'ella non basta per condensare sensibilmente il volume d'acqua, contro il quale opera, questo è un segno, che le parti de' liquidi sono molto dure; e le materie, che sono nello stato di liquide, sono pochissimo flessibili.

APPLICAZIONI.

Tuttochè nell'Esperienze, che abbiamo addotte,

te, l'acqua non lasci vedere alcun segno di condensazione; non si dee non per tanto inferirne, che i liquori sieno assolutamente incompressibili, ma soltanto, che resistono agli sforzi finora praticati contro di essi. Per altro ogni argomento ci fa credere, ch' eglino cederebbono sensibilmente, se fosse possibile di sottomerterli a pressioni più grandi, e che cedono eziandio a quelle, che pratichiamo; ma in sì piccola quantità, che non può apparire. Tutti i corpi solidi si comprimono, perch' essendo porosi le loro parti possono ravvicinarsi; ma che cosa è un liquore, se non che un ammassamento di corpicelli solidi, i quali riguardar non possiamo, com' esseri semplici, ma più tosto come piccole masse composte di parti non così strettamente unite, che non lascino de' piccoli vuoti tra esse? Se la porosità rende i corpi grandi condensabili, la medesima cagione dee fare l'istesso effetto sopra i più piccoli. Tutto quello, che ridur ci possiamo a dire, si è, che la compressibilità a proporzione si diminuisce, come la grandezza de' corpi: cioè che i più piccoli sono i meno flessibili; che le parti di un liquore per conseguenza, a cagione della loro estrema picciolezza, reggono alla prova delle maggiori forze; ma dal principio medesimo ne segue, che assolutamente incompressibile è sol quello, ch' è assolutamente semplice: quali sarebbono gli atomi, o le parti primordiali de' corpi, sopra le quali non fan colpo le nostre prove.

A noi giova, che tutto il liquido possa resistere alle pressioni, le quali ravvicinano, e stemprano gli altri corpi: tutto quello, che caviamo da' vegetabili per espressione, il vino, il sidro, gli olj, ec. non si separerebbono mai dalle parti solide, che li racchiudono, se i liquidi potessero com-

pri-

primersi, com' esse: le frutta sottoposte al torcitojo non farebbono altro, che cambiar volume: la facilità, che abbiamo d' estrarre i sughi, che la natura ha preparati ne' frutti per nostro uso, è quasi tutta fondata sulla resistenza, che i liquidi oppongono alla compressione.

Non si può far di meno di non maravigliarsi, quando si considera, che lo stesso corpo è compressibile, o non lo è, secondo che un grado più, o meno di calore cambia il di lui stato: un pezzo di ghiaccio dà segni di compressione: riducasi egli in acqua, è però sempre la stessa materia, ma non si comprime più: la cera, il solfo, il metallo ec. danno a divedere la stessa cosa, qualora si fan passare dallo stato di solidità a quello di liquidità. Questo fenomeno non è da sorpassarsi, e merita qualche spiegazione; ma, diciamo il vero, non abbiamo in pronto per ciò, salvo che una conghiettura: congheittura però appoggiata a principj noti, e che la rendono probabile.

Si può dire, che lo stato naturale di quasi tutti i corpi si è l' esser solidi: quando sono liquidi, ciò è, perchè una materia estranea li rende tali col penetrare nelle loro viscere, e col dare, mercè della sua quantità, o della sua azione, alle loro parti una mobilità rispettiva, che rompe ogni legamento, e quasi ogni attaccamento fra esse. Così la terra abbeverata con quantità bastevole d' acqua diventa limo, che scorre sopra un piano inclinato; e l'acqua stessa cessa d' essere ghiaccio, tostochè un fluido più sottile, e conosciuto sotto il nome di *fuoco*, la penetra in sufficiente quantità, e tanto movimento trasporta in essa, che vale a distaccare le sue parti l' une dall' altre.

Se

Se ora dimandisi, perchè i corpi solidi possono comprimersi; ed i liquori non hanno tal proprietà, risponderemo con qualche verisimiglianza, che ne' primi le parti posano, direm così, in falso, o non sono appoggiate, che sopra un fluido senz' azione, il quale cede al menomo urto; dove che al contrario ne' liquori le molecule più divise, e per tal cagione già meno flessibili sono appoggiate ad un fluido copioso, e le cui parti sono tanto più dure, quanto più semplici. Se si fosse messa in un vaso una certa quantità di globuletti d' acciajo, o di qualche altra materia equivalente nella durezza, non cederebbono sensibilmente alla compressione; e tanto se fossero mescolati con altri più piccoli, che ne impedissero il contatto; purchè questi ultimi fossero eglino stessi inflessibili. *Fig.* 8.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra una tavoletta di marmo nero ben liscio, e tinto di una man d' olio legerissimamente si lascia cadere più volte, e in differenti siti dall' altezza di due, o di tre piedi una picciola palla d' avorio, che può avere di diametro circa tre quarti di oncia. *Fig.* 7.

EFFETTI.

Guardando obliquamente la tavoletta di marmo si scorge per tutto, dove ha toccato la palla d' avorio, una macchia rotonda, che ha circa due linee di diametro; e questa macchia è più grande ne' luoghi, dove la palla da più alto è caduta.

SPIEGAZIONI.

L' avorio, quantunque saldissimo, è una materia compressibile: quando egli cade sul marmo, il

il moto del suo peso, che ve lo spigne, cagiona una pressione, la quale porta una parte più, o meno grande di questa piccola sfera verso il suo centro; e perocchè coteste parti compresse sono atte nate a rimettersi in un istante, non resta segno alcuno di questa compressione sulla palla; ma la macchia, che appare sul marmo, è una prova incontrastabile di quello schiacciamento leggierissimo, ch' è sparito; se non si vuol piuttosto dire, che il marmo s' è avvallato, e tosto rimesso; il che egualmente prova la compressibilità d'un durissimo corpo: l'uno, e l'altro succede probabilmente. La stessa compressione scava il marmo, e schiaccia la palla; ma di questi due effetti, l'ultimo senza dubbio è più considerabile, se giudicar si vuole dalla natura de' due corpi compressi; e però amiamo piuttosto d' attenerci a quest' ultimo: e ciò, che siamo per dire, affine di dar ad intendere, che la macchia rotonda prova incontrastabilmente lo schiacciamento della palla, astraendo dalla flessibilità del marmo, sforzerebbe nè più nè meno a conchiudere un affondamento nel marmo, se non si badasse punto alla compressibilità dell' avorio.

Si sa in fatti, che la circonferenza di un cerchio, applicata per la sua parte convessa sopra una linea retta, la tocca solo in un punto. G. *Fig. 9.* Si sa inoltre, che le superficie sferiche sono composte di linee circolari, come i piani lo sono di linee rette; e che le superficie così stanno reciprocamente fra esse per questo conto, come le linee, delle quali sono composte. Se il circolo non tocca la linea retta, salvochè in un punto, la palla d'avorio della nostra Esperienza posta semplicemente sulla tavoletta di marmo non dee toccarla, fuorchè in un punto. Quando ella s'è lascia-

ta cadervi sopra, se appare, che vi sia stata applicata per una superficie circolare di due linee di diametro, necessariamente concedersi dovrà, che il primo punto di tangenza, *g. Fig. 9.* è stato ravvicinato al centro per lo sforzo della compressione; e che dopo di esso i punti circonvicini hanno sofferto lo stesso traportamento; dond' è provenuto, che una porzione sensibile della superficie siasi applicata al marmo, e vi abbia lasciato la sua impressione sul leggerissimo strato d' olio, di cui è coperto il marmo.

APPLICAZIONI.

Se si comprime un corpo egualmente in tutta la estesa della sua superficie, datochè egli sia compressibile, non può, se non seguirne una diminuzione di volume; perchè tutti i punti opposti ubbidiscono a potenze eguali; e le loro situazioni rispettive rimangono le stesse. Tale è lo stato degli animali, che vivono nell' aria, o nell' acqua: circondati da tutte le parti da uno di questi due fluidi non ne offervano la pressione, tuttoch' ella sia notabilissima; perch' ella sa equilibrio a sè stessa, e non traporta niente di quello, che l' è sottomesso; ma se la compressione si determina più da una parte, che dall' altra, il suo effetto non ristrigneſi soltanto in diminuire il volume, ma si cambia inoltre la figura, com' è facile accorgersene in una palla di piombo, che cada sopra qualche materia dura, mentr' ella vi perde parte della sua sfericità; ovvero in una palla di giuoco di racchetta, o a maglio, la quale lascia sovente nella muraglia vestigj offervabilissimi del suo schiacciamento.

DELL'

DELL' ELASTICITA',
O sia della molla de' Corpi.

DI tutti i corpi, che si comprimono, gli uni restano nello stato, che ha fatto lor prendere la compressione; vale a dire, che avendo cambiato o grandezza, o figura, perseverano in tale cambiamento, quando la compressione è cessata; come la palla di piombo, che resta schiacciata dopo la sua caduta; e la mataffa di neve, che riman nella forma, che le si è data colle mani. Gli altri al contrario si rimettono, e ripigliano, dopo d'essere stati compressi, le stesse dimensioni, e la stessa figura, che prima d'essere compressi avevano. Tal è la palla d'avorio della precedente Esperienza; tal è una bolla d'aria, che partendo dal fondo d'un vaso pieno d'acqua diventa più grossa, a misura che si solleva verso la superficie.

I corpi di quest'ultima spezie si chiamano corpi a molla, od *Elastici*; imperocchè l'*Elasticità* non è altro, che lo sforzo, con cui certi corpi compressi tendono a rimettersi nel loro primo stato. Questa proprietà suppone dunque, che sieno compressibili; e i liquori non essendolo, almeno in modo sensibile, argomentar dobbiamo, che se hanno molla, la loro reazione è sì lieve, e corta, che non si rende visibile.

Tutti i corpi elastici non sono tali allo stesso grado; alcuni ce n'ha, che quasi non si rimettono punto; e allora l'elasticità considerasi in pratica, come nulla; e questa sorta di corpi sono chiamati corpi *molli*; il che vuol dire, che sono privi di elaterio tanto attivo, che considerare si possa.

Quelli, ne' quali la forza elastica si fa scorgere, hanno una maggiore, o minore reazione, secondo

la

la durezza, la rigidezza, e la disposizione delle loro parti interne; ma niuno ve n'ha, che affermarsi possa con prove positive avere una molla perfetta, e inalterabile. Osservasi quasi sempre, che simile qualità si perde, o s'indebolisce con lungo esercizio, o con una troppo durevole compressione: un arco, che troppo lungo tempo, o troppo spesso vien teso, finalmente ritiene la curvatura, che gli si è data: la crena, la lana, o la piuma, che servono d'empitura ad alcune masserizie, perdono col decorso del tempo quasi tutto quello, che hanno di comodo nella novità; e il loro agguagliamento è il necessario effetto d'una massa logorata.

Non possiamo dunque prometterci Esperienze rigorosamente esatte per istabilire la teoria della molla; poichè i corpi, che più ne hanno, non ne hanno tanta, che lor ne farebbe di mestieri per essere perfettamente elastici. In oltre non si può operare, che in qualche mezzo materiale; e se trascelgasi l'aria, ch'è il mezzo meno materiale, ella stessa, come già s'è veduto, è capace di resistenza, e debbesi aver per certo, ch'ella farà svanire una parte dell'effetto; ma l'appresso a poco basta, se quasi nulla manca nella rigorosa esattezza, e se si è costretto di dibattere qualche cosa per gl'inevitabili impedimenti. L'acciajo temperato, e l'avorio m'hanno paruto molto opportuni pegli effetti, da' quali provar si può ciò che più importa sapere intorno all'elasticità; laonde io mi prevarrò di essi, preferendoli a ogni altra materia nelle sperienze di questo genere: ma perocchè le da me scelte esigono alcune cognizioni delle principali proprietà del moto, di cui nulla per anche abbiam detto, ho creduto, che fosse a proposito differirle; tanto più, ch'elleno troveran

luo-

luogo convenevole fra quelle, che praticheremo per esporre, e dichiarare le leggi del moto nella percussione de' corpi.

Le arti hanno applicate le molle a tanti usi, che sarebbe lunga, e inutile impresa il farne qui l'enumerazione: ci basterà ritrarne due, o tre esempj, da' quali si potrà giudicare dell' utilità degli altri.

S'è comodo, ed utile viaggiare con agio, ne siamo quasi in tutto obbligati alle lamine d'acciajo, alle strisce di cuojo, ed agli altri corpi elastici, sopra de' quali sospendonsi i caleffi, ed altre vetture: non praticandosi tal ripiego, la più bella sedia da posta, la più sontuosa carrozza non sarebbe più, che una carretta coperta, ed ornata, nella quale verremmo duramente dimenati, e scossi. Imperocchè se tutto quello, di ch' è composta la vettura, fosse egualmente inflessibile, i diversi movimenti cagionati, e interrotti dalle inegualità del terreno si comunicherebbono con tutta la loro forza fino alle persone, che dentro vi stanno.

La misura del tempo è una cosa, che tanto interessa generalmente, che pochi vi sono, i quali non abbiano un pendulo, od un oriuolo da tasca, e che non lo considerino, come un mobile necessario: sì fatti istrumenti, che sono capi d'opera dell' arte, hanno, dirò così, per anima una molla formata (*Fig.* 10.) d' una lamina d' acciajo, rotolata in se stessa in un bariletto, cui fa girare sviluppandosi, ed il cui moto comunicasi per via di ruote dentate fino agli arpioncelli, o gangheri, che portano gli aghi, o stili per far loro indicare le ore, ed i minuti sopra un quadrante diviso a tal uopo. Diremo altrove, come sia l' arte arrivata a rendere l'azione della molla quasi eguale per tutto il tempo, ch' ella si svolge; imperocchè

chè la difficoltà, che presentasi a bella prima, si è, che scemando sempre quest' azione a proporzion che la molla si disvolge, o si sviluppa, il moto dee pure rallentarsi in tutti que' pezzi, ch' egli anima; e gli stili, o indici debbono fare più lunghe le ore, ed i minuti verso il fine, che sul principio. E' dunque stato mestieri trovare un rimedio a tale inconveniente; e si è venuto a capo, mercè di un' invenzione ingegnosissima, di cui avremo occasione di favellare, quando tratteremo della teoria della lieva, e delle macchine ad essa correlative.

Di quanto uso, ed ajuto non sono le molle negli archibugj, e in altri simili strumenti? Per qual altro mezzo sarebbonsi potuti operare movimenti sì pronti, e sì difficili ad essere avvertiti da un uccello, o da un quadrupede, a cui la natura ha date tante difese contro tutto ciò che minaccia la sua vita, e che contrappone all' astuzie, e all' ingegno del Cacciatore il più esercitato, organi d' un esquisito senso, e un' agilità, che bene spesso defrauda il persecutore? Il cane d' un fusile condotto da una molla porta in un batter d' occhio una cote tagliente ad urtare in un pezzetto d' acciajo temperato; il fuoco s' attacca alla polvere; e il piombo, ch' ella caccia, colpisce l' animale, innanzi che la fiamma, o lo strepito l' abbiano avvertito; o almeno innanzi che di un tale avviso egli siasi potuto approfittare.

Non solamente le arti si sono con vantaggio servite dell' elasticità de' corpi, e ne hanno fatte applicazioni felici; ma hanno eziandio trovate maniere per produrla, o per aumentarla in quelli, che non ne hanno, o che ne hanno poca.

Tutti i corpi sonori, come più ampiamente lo diremo dopo le sperienze, che si faranno sopra l' aria,

debbono essere lavorati sì, che operi in essi la molla: per questa ragione si fanno le campane, e i timballi con del rame, e dello stagno fusi insieme, per essersi osservato, che un metallo misto è più duro, più rigido, e più elastico, che i metalli semplici, de' quali è composto.

La maggior parte de' metalli, anche soli, e non misti con altri, diventano capaci di una reazione più forte, quando si battono freddi; il che chiamasi dagli Operaj *assodare*, o *incrojare*. Ce n' accorgiamo ne' vasellamenti; imperocchè quando un cucchiajo, od una forchetta sono stati solamente fusi, e limati, e non vi si è adoperato il martello, la loro fattura costa meno; ma ella è meno durevole: il menomo sforzo li piega, o li rompe, e la loro pulitura non è mai sì bella. Un artefice, che ha senno, e che lavora in orologj, o di strumenti matematici, o d' orificeria ec. non omette di *assodare* coll' accennato metodo le opere sue, non solo per dare ad esse più solidità, e durevolezza; ma ancora per renderle più apprezzate col più bel lustro, ravvicinando le parti, e rendendo i pori del metallo più stretti.

Ma di tutti i corpi, de' quali artificiosamente si aumenta l' elaterio, il più osservabile di tutti è il ferro convertito in acciajo; e tra i diversi metodi, che si adoperano a tal effetto su questo metallo, maravigliosó è quello della *tempera*.

Convien sapere 1. Che l' acciajo non è un metallo particolare; ma che si dee considerarlo, come un ferro preparato, tuttochè si trovino delle miniere, che ne somministrano immediatamente: il più ordinario, ed il più fino è quello, che si fa con del ferro posto della fucina, con introdurvi una certa dose di parti saline, sulfuree, che accrescono la sua durezza, e che lo rendono atto a tempera-

re.

re. 2. Temprare l' acciajo è raffreddarlo subitamente nel punto stesso, che si trae bell' e rosso dal fuoco; e ciò si fa ordinariamente immergendolo nell' acqua fredda, o in altra cosa equivalente.

Gli effetti principali della tempera praticata sull' acciajo, quei, donde l' arti traggono maggior profitto, sono, ch' ella lo fa durissimo, gli accresce la sua elasticità, e aggiungegli durevolezza. Tutti gl' istrumenti taglienti, fino quelli, che servono per coltivare la terra; prendendo in somma l' enumerazione dalla lancetta, e venendo giù alla marra, sono tutti del loro merito principale tenuti a cotesta durezza, che costa sì poco, e che sarebbe pregiudiziale per eccesso, se non si ponesse cura di moderarla con un grado particolar di calore, che si fa succedere alla tempera, e che chiamasi *ricuocimento*.

Gli effetti maravigliosi della tempera sull' acciajo hanno grandemente mossa la curiosità de' più valenti Fisici: a tutti è venuto talento di saperne le cagioni, ed alcuni ne hanno avventurate le loro spiegazioni; ma deesi concedere, che niuno ne ha date di sì verisimili, e ben provate, come il Signor di Reomur. Dopo una serie di esperienze di più anni su questa materia egli suppone, che l' azione del fuoco scacci dall' interno delle molecule dell' acciajo una gran parte de' sali, e de' zolfi, che vi si trovano disseminati, senza non per tanto farli uscire della massa totale: supposizione appoggiata agli effetti ordinarj, e noti del fuoco, ed all' esperienza; imperocchè si sa, che nella fusione delle materie eterogenee, e fisse il fuoco procura sempre l' unione delle parti simili; e quando la sua azione cresce fino ad un certo grado sopra l' acciajo, ella lo spoglia de' suoi zolfi, e de' suoi sali, il che chiamano gli artefici *bruciare*. La tempera toglie dunque, e afferra, dirò così, l' acciajo, in

un tempo, che i suoi principj, quantunque gli stessi, trovansi differentemente mescolati: prima di riscaldarlo, le parti saline, sulfuree, metalliche, ec. estremamente divise, e intimamente mescolate componevano un tutto di una tessitura più uniforme, ma più eterogenea nelle sue molecule; poichè ciascuna partecipava egualmente delle tre, o delle quattro sorte di materie, ch' entrano nella composizione dell' acciajo; ma dopo un grado di fuoco sufficiente i sali, ed i zolfi estratti, e aggomitolati, per dir così, separatamente dal metallico, fanno un tutto più omogeneo nelle sue molecule, ma più poroso, e men legato, quanto all' adunamento di questi piccoli gomitoli di diverse spezie. Questa ipotesi (s' ella è ipotesi) spiega felicemente tutti i fenomeni, che risultano dalla tempera.

1. L' acciajo rotto appare d' una granitura più grossa dopo d' essere stato temprato; perchè le parti metalliche, che sono le più apparenti pel loro colore, sono radunate in piccole masse più scostate l' une dall' altre.

2. La tempera dà più volume all' acciajo, di quel ch' egli n' avea prima; e ciò dee succedere, perocch' ella lo fissa in uno stato, in cui il miscuglio, e l' unione de' suoi principj è minore.

3. L' acciajo s' indurisce alla tempera; perchè le sue molecule si formano di parti più simili, e per ciò più capaci d' unirsi.

4. L' acciajo temperato si rompe più presto, che quello che non lo è, o ch' è temperato meno: ciò nasce dall' essere minore la mutua connessione delle sue molecule; poichè sono di materie dissimili, e si toccano con meno di superficie.

5. Finalmente la doppia cottura rende l' acciajo temperato men frangibile, e più flessibile; perchè un grado di fuoco moderato fa rinascere in parte l' in

l'intima mescolanza delle parti dissimili; e gli fa prendere uno stato medio tra quello d'un acciajo non temperato, e quello di un'eccessiva tempera.

Quantunque noi abbiamo de' sicuri metodi per aumentare, diminuire, e annientare eziandio la molla di molti corpi; nulladimeno niente più nota ci è la cagione dell'elasticità in generale: tutto quello, ch'è stato finora pensato per rendere ragione, si riduce a conghietture, alcune visibilmente smentite dall'esperienza, altre supponenti ciò ch'è in quistione; ed altre finalmente più ingegnose, che probabili, le quali non hanno fatti, che militano per esse.

Dire, che una molla, la quale vien tesa, curvandola ha i pori più aperti nella sua parte convessa, è vero: che i pori, tuttochè più aperti, nol sono abbastanza per empirsi d'aria grossiera, e che restano vuoti, par verisimile; ma aggiugnere, che in conseguenza di questi piccoli vuoti la pressione dell'aria, che opera dal lato opposto, è la cagione dello sforzo, che vediamo fare al corpo elastico per rimettersi nel suo primo stato, questo la ragione nol dice, e lo smentisce formalmente l'esperienza. Imperocchè l'elasticità in un luogo privo d'aria crassa fa le sue funzioni, come altrove.

Chiamo supporre ciò ch'è in quistione l'attribuir la molla de' corpi all'aria, che contengono tra le loro parti, come tanti piccoli palloncini, i quali si trovano compressi nella parte concava d'un bastone, che si piega, e fanno oppostamente sforzo, finchè si raddrizzi; imperocchè resterà ancora a saperfi, qual è la cagione della molla dell'aria.

Finalmente se si suppone, colla mutazion di figura, che fassi ne' pori d'una molla tesa, l'azione

d' un fluido, il quale si trova per tutto, come la materia sottile, o altra cosa simile, che operi col suo peso, la spiegazione, che se ne può dedurre, avrà qualche verisimiglianza; ma io dubito grandemente, che non venga ammessa, se non è convalidata con fatti; nè vedo, che sia facile trovarne di chiari, ed espressi abbastanza per avvalorarla.

Quello, che abbiam detto nella Lezione precedente, ed in questa intorno alla divisibilità de' corpi, alla sottigliezza delle loro parti, alla varietà delle loro figure, alla loro impenetrabilità, ed alla loro porosità, ci mette in sentiero per agevolmente spiegare, almeno in generale, come si acquisti da noi la cognizione degli oggetti, che ne sono d'intorno. Imperocchè tutto quello, ch' è fuori di noi, ci sarebbe ignoto, se non facesse sopra di noi qualche impressione sensibile; e questa impressione, che piglia così diverse forme, la dobbiamo quasi intieramente alla piccolezza estrema delle parti, che si toccano, e alle differenti figure, ch' elleno affettano: tutto quello, ch' è materiale, s' indirizza a' nostri sensi; e secondo la relazione di questi noi giudichiamo.

Digressione sopra i Sensi.

Chiamiamo *Sensi* certe facoltà del corpo animato, per via delle quali egli entra in commercio cogli oggetti esterni: eglino sono altrettanti mezzi, che il Creatore ha stabiliti per mettere gli animali in istato di nutrirsi, e di difendersi, d' ajutarsi mutuamente, e di riprodursi; imperocchè senza i sensi appena differirebbono eglino da una Pianta, che vegeta nel luogo stesso, ove la natura l' ha fatta nascere; che inaridisce sullo stelo, quando non le viene più il nutrimento; e che soffre con eguale insensibilità la vanga, che la coltiva, ed il ferro, che la fa perire.

L' esercizio de' sensi è una funzione puramente ani-

animale: convien ella alle bestie del pari, che all' uomo: sembra eziandio, che per questo conto molti generi di bestie sieno stati meglio trattati, che noi. Qual acutezza nell' odorato de' cani! Qual ampiezza di perfetta vista negli uccelli da preda!

Distinguonsi comunemente cinque sorte di Sensi, il *toccare*, *l' odorare*, il *gustare*, *l' udire*, ed *il vedere*. Pochi animali vi sono, ne' quali non si trovino tutti: vi ha forse nella natura alcune spezie, che hanno qualche altro senso, che noi non conosciamo; ma come di tutte le cose, che non sono impossibili, così è di questa; voglio dire, che non si debbono ammettere senza necessità, e senza prove. Ogni senso ha la sua sede particolare in qualche parte del corpo; che però si nomina l' *organo* di quel senso: l'orecchia è l' organo dell' *udito*; l' occhio della *vista* ec.

Avvegnachè ogni organo sia sensibile, non è però tale per ogni fatta d' oggetti: ciascuno ha il suo distretto particolare. L' orecchia si dirigerebbe in vano verso la luce; e la più acuta vista non apprende, e non vede il suono delle campane. E quand' anche l' oggetto competisse all' organo, la sensazione naturale non ha luogo, se non in quanto l' impressione non è, nè troppo forte, nè troppo debole. Non si distinguerebbe l' immagine del Sole, se si ricevessero immediatamente i suoi raggi negli occhi; e poche persone potrebbono leggere una scrittura minuta al chiaro delle Stelle.

Che cosa dunque è *sentire*, o far uso de' suoi sensi? Dalla parte del corpo animato sentire è ricevere sopra questo, o sopra quell' organo l' impressione moderata d' un oggetto, che lo tocca, o per sè stesso, o per qualche materia intermediaria: dalla parte dell' anima, che informa il corpo, sentire è risvegliarsi le idee, ch' ella ha annesse a queste

impressioni, o formarsene di nuove, se nuove sono le impressioni. Un uomo, per esempio, di giorno ben chiaro getta l'occhio sopra d'un cane: la luce, che rischiara il corpo di questo animale, risalta fin su lo Spettatore, e colpisce nel fondo del di lui occhio uno spazio terminato, come la figura dell'animale, che la riflette; a tal occasione l'anima richiama a sè l'idea d'un cane, che gli è familiare; e se la memoria gli somministra l'idea di qualche altro cane, ella giudica, che questo è grande, piccolo, magro, grasso ec. dal paragone, ch'ella ne fa. Saper poi, come l'organo percosso dall'oggetto determini l'anima a pensare conseguentemente, è cosa, che la Fisica non c'insegna; o che supera, cred'io, la capacità de' nostri deboli lumi: l'unione dell'anima col corpo, il commercio di questi due esseri di sì diversa natura è uno di que' misterj, ch'è forse più da saggio l'ammirare, che studiare.

Ma siccome un uomo vede un cane, così un cane vede un uomo; e le sue azioni, come le nostre, sembrano essere regolate da ciò ch'egli vede, da ciò, ch'egli sente ec. Che cosa si fa dunque in questo animale, quando un oggetto affetta qualcuno de' suoi sensi? Anche questa è una delle quistioni spinose, ove la curiosità urta, e rompe, come in uno scoglio, e sopra le quali i più felici ingegni hanno consumata tutta la loro Filosofia. Secondo la dottrina di Cartesio, una bestia non è altro, che una bella macchina, i pezzi della quale sono assortiti, e compaginati sì bene, e con sì perfetta corrispondenza disposti, che venendo mosso uno di essi dall'oggetto esterno, il quale fa impressione sulla macchina, determina immediatamente gli altri a muoversi così, o così: i nervi di ciascun organo essendo convenevolmente toccati trasmet-

mettono alle membra i differenti moti, da' quali risulta la tale, o la tal altra azione. Questo pensamento è grande, è ardito, ed anche ci lusinga alla persuasione, quando è meditato senza pregiudizj; ma se si fonda la sua verisimiglianza sopra esempli, o sopra similitudini, non si fa altro, che indebolirlo. Di tutti gli esseri animati quello, che ci pare il più scarso di virtù, e di azione; un' ostrica, per cagion d' esempio, una lumaca, è senza paragone superiore all'oriuolo più perfetto, e sopravanza quanto ha mai potuto l' arte produrre di più ingegnoso. I più degli uomini volgari non consentiranno mai a riputare effetti d' un meccanismo puramente materiale le azioni d' un cavallo, o d' un cane da caccia: per gustare questa Filosofia bisogna essere alquanto Filosofo.

Si vorrà più tosto credere, che il corpo d' una bestia sia animato, e guidato da un essere intelligente, il quale comincia, e perisce con esso, e ch' è il principio di tutti quei pensieri, e di tutti quei giudizj, di cui si pensa veder de' segni nelle diverse azioni degli animali. Questa opinione, che non è contraria alla ragione, nè a' dogmi della fede, ha trovato, e trova ancora in oggi de' difensori, non solo tra il volgo, che giudica sull' apparenze; ma eziandio tra coloro, che non ammettono opinioni, se non dopo averle discusse.

Ma non occorre già credere, che appigliandosi a questo sentimento, da noi si sgrombri ogni difficoltà. Quando si considera la docilità d' un animale domestico, la sagacità, e la destrezza di certe bestie voraci, il buon ordine, e l' industria, che regnano in alcune spezie d' insetti, i quali vivono, e lavorano in società, par di renderne molto comodamente ragione con dire, che *tutti cotesti animali sono intelligenti, che l' Autor della natura tali gli ha*

ha renduti, mettendo nel loro corpo un' anima d' una ſpezie, che s' adatta alla loro condizione. Ma queſt' anima, s' è immateriale, come pretendeſi, che mai diviene, allorchè e. g. eſſendoſi troncano un verme in cinque, o in ſei parti, e più ancora, ciaſcun pezzo continua a vivere, e diventa di bel nuovo un animale compiuto, e totalmente ſimile a quello, ch' è ſtato diviſo, come non ha gran tempo, che n' è ſtata fatta l' oſſervazione (*)? V' erano dunque più anime nello ſteſſo individuo; ovvero diviſibile è forſe ciò che non è materia? Non c' innoltriamo d' avvantaggio ſopra tale quiſtione: ricordiamoci, che in queſt' opera ci abbiamo propoſto di tener lungi ogni metafiſica inveſtigazione; atteniamoci ſoltanto a quello, che può eſſere dilucidato, e provato coll' eſperienza, e colle oſſervazioni. Quanto alla materia preſente, riſtringiamoci a far conoſcere il meccaniſmo delle noſtre ſenſazioni; riduciamo l' oggetto eſterno, o la ſua azione ſino alla parte del corpo deſtinata a ricevere la ſua impreſſione; e vediamo quali ſono le condizioni neceſſarie nell' oggetto per eſſere attivamente ſenſibile; e nell' organo, per eſſere efficacemente commoſſo.

IL TATTO.

Il primo, ed il più generale di tutti i ſentimenti è il *Tatto*; e ſi può dire, che tutti gli altri ſono ſpezie, delle quali egli è il genere. Quando udiamo il ſuono della voce, o di qualche ſtrumento, queſta ſenſazione non è altro, che un' agitazione, o ſcuotimento cagionato in una certa parte dell' orecchia, mercè il contatto dell' aria, che anch' eſſa è agitata dal corpo ſonoro. Quando veggiamo qualche oggetto, ciò ſi fa, perchè la luce, che

(*) Hiſtoire des Inſect. de M. de Reaumur Tom. 6. dans la Preface. p. 54.

che da esso viene a noi, colpisce il fondo dell' occhio. Così *gustare*, *vedere*, *udire*, *sentir gli odori* è, a parlar propriamente, un esser toccato in una, o nell' altra parte del corpo da una certa materia. Ma il *Tatto*, che consideriamo, come il primo sentimento, consiste in ricever sopra qualunque parte sensibile del corpo l' impressione d' una materia, qualunque ella sia: gli altri sensi hanno organi, ed oggetti propri di ciascheduno; questo occupa tutta l' estesa del corpo animato, e abbraccia tutto ciò ch' è palpabile. Egli ha pure questo vantaggio sopra di loro, d' essere attivo, e passivo nello stesso tempo: non solo egli ci rende atti a giudicare di ciò che fa impressione sopra di noi; ma ancora di ciò che resiste alle nostre impulsioni. Possiamo applicar l' organo all' oggetto, e per mezzo del tatto per lo più ci assicuriamo dello stato de' corpi, che c' importa conoscere.

I corpi, che tocchiamo, o che ci toccano, fanno sopra di noi diverse impressioni, secondo la loro figura, la loro consistenza, il grado, o la spezie del loro moto, la loro temperatura ec. ed a tutte queste differenti maniere di toccare si sono dati nomi, i quali esprimono, o l' azione de' corpi sopra di noi, o la nostra azione sopra di essi: *urtare*, *pungere*, *pizzicare*, *gratare*, *solleticare* sono tante espressioni, che additano ciò che diversi corpi ci fanno sentire in conseguenza della loro massa, della loro forma, o della loro maniera di moversi: *freddo*, *caldo*, *duro*, *molle*, *asciutto*, *bagnato* dinotano d' ordinario il sentimento, ch' eccita in noi una materia, la quale tastiamo, mercè l' attuale stato delle parti, che compongono la sua massa. Potendo le sensazioni del toccare esser varie all' infinito per la varietà stessa dell' oggetto, per l' estesa, e disposizione dell' organo, e per le dif-

differenti maniere, onde l'uno è applicabile all'altro, molto manca all'esser elleno tutte contraddistinte con nomi proprj: quelli, che abbiamo testè riferiti, e molti altri, che tralasciamo, sono, dirò così, meramente termini generici, co' quali si fanno conoscere con l'ajuto di qualche circonlocuzione le diverse spezie, che vi si possono riferire: additasi, esempigrazia, per *sollecito*, o sia *leggiero irritamento* ciò che si sente in gola, allorchè una leggiera acredine eccita la tosse: dicesi, che un rimedio *pizzica*, per dar ad intendere, che lascia impressione sopra le parti, che commove.

Quantunque l'oggetto del toccare sia per ordinario fuori di noi stessi; le diverse parti dello stesso corpo nulladimeno operano reciprocamente le une sopra delle altre, sì di dentro, come al di fuori. Quando la mano tocca il piede, fa nascere due sensazioni: ella è nello stesso tempo l'oggetto dell'una, e l'organo dell'altro. In quanto a quello, che succede internamente, e senza interruzione, ce ne vien tolto il sentimento dall'abito, il quale ci abbiam fatto: l'azione de'fluidi sopra de' solidi, per esempio, allora si fa sensibile, quando apporta alcun cambiamento allo stato naturale; ed allora proviamo *languidezza*, *debolezza*, o *dolori*.

Si può dire generalmente, che i nervi sono in ciaschedun organo la più essenzial parte, quella, ove si termina l'azione dell'oggetto, e dopo la quale non iscorgiamo più niente di meccanico. Il fondo dell'occhio, ove si compisce la visione, non è altro, che l'espansione del nervo optico; la lamina spirale della *cochea*, o *lumaca*, ch'è quel pezzo, il quale (come si crede) ha più di parte nelle funzioni dell'orecchia, è un composto di fibre nervose; e l'organo del tatto trovasi in tutta l'ampiezza della pelle, e particolarmente nel-

nella esterior superficie, ove sappiamo, che mettono capo tutti i piccioli nervi, che formano la maggior parte di quel tessuto. Sono appunto quelle *papillette*, o *poppelline* schierate in modo, che formano de' solchi verso l'estremità delle dita, ove d'ordinario il tatto è più fino, che altrove. Un valente Anatomico (*) ha data di fresco una concisa, ma molto intelligibile descrizione della pelle, in un'opera scritta *ex professo* sopra i sensi, e della quale io reputo utilissima la lettura a quelli, che vorranno sulla presente materia istruzioni più particolari, e minute, che quì non è il luogo di darne.

Ciò che prova incontrastabilmente avere i nervi più di parte al *tatto*, che alcun'altra cosa, si è, che questo senso esercita le sue funzioni più, o meno perfettamente, secondo lo stato attuale di que' bioccoli nervosi, che veggonsi nella superficie della pelle, e che sono coperti unicamente dell'epiderma *Fig.* 11. In fatti, se una scottatura gl' inaridisce, se qualche materia straniera li copre, se un freddo eccessivo li raggrinza, o impedisce, che non si espandono; la parte, ove sono, perde il senso, e nol ripiglia, prima che cessino questi accidenti. Le malattie de' nervi, che non giungono a distruggere affatto la loro economia, sono le più acute; perchè attaccano immediatamente l'organo delle sensazioni: l'istupidimento, e la paralisia, che sospendono, o che fermano le loro funzioni, cagionano per ordinario l'insensibilità.

Molti accidenti, le malattie, la vecchiezza ci privano bene spesso degli altri sensi: vediamo di frequente e ciechi, e sordi, ed altri eziandio, che hanno l'odorato, o il gusto del tutto spenti; ma è raro trovare un uomo universalmente insensibile:

(*) Il Sig. le Cat. Tratt. de' Sensi pag. 207.

le la ragione è manifesta, sol che si consideri per quante parti noi possiamo sentire gli oggetti esterni, come resistenti, a paragone delle parti organiche, che ce li rappresentano, come sonori, colorati, saporiti, odorosi. La grande ampiezza del tatto è dunque un rimedio, od un compenso studiato dalla Natura in grazia di coloro, che per qualche accidente, o per vizio di conformazione si trovano privi delle altre facoltà. Perciò vediamo de' ciechi supplire col tatto all'uso degli occhi; e quantunque il toccare non sia di gran lunga così dilicano, come gli altri sensi; quando è impiegato per necessità, e perfezionato dall'uso, fa quasi de' prodigj. Non vorrei però farmi mallevadore di tutti quelli, che si raccontano su tal proposito; imperciocchè ogni cosa, che partecipa del mirabile, non va mai scompagnata dall'esagerazione.

IL GUSTO.

Essendochè l'accrescimento, e la sussistenza degli animali dipende dal cibo, che prendono, e dalla scelta, che ne fanno, conveniva bene, che la Natura li conformasse in guisa tale, che da sè stessi appetissero gli alimenti necessarj, e distinguessero quei, che fanno per loro: bisognava, che sentissero il bisogno di mangiare, e trovassero diletto nell'appagarlo. Imperocchè altrimenti la cura di vivere sarebbe stata grave, e molesta. Formiamone il giudizio da noi: se non si trattasse, che di adempire a un dovere, quando ci mettiamo a tavola, è certo, che le indigestioni non sarebbono ordinarie, o che si vedrebbono parecchi morire da debolezza. L'Autore della natura ha preveduto questo disordine; e per ovviarlo, ha posto in noi stessi de' motivi, che superano la nostra pigrezza. Lo stomaco a digiuno ci solletica colla fame, e colla sete; e la bocca, che

mi-

miniſtra a queſti due appetiti, ſi compenſa co' ſapori, che guſta, e ſi riſarciſce del carico, ch' ella ha di preparare gli alimenti per la digeſtione.

Il guſto conſiſte dunque in ſentire l' impreſſione delle materie ſaporoſe, in ammetterle, o rifiutarle, ſecondo le idee, che riſvegliano, ed i giudizj, che ſe ne raccolgono.

I ſapori, oggetti del guſto in generale, provengono principalmente dalle parti ſaline, che trovanſi in tutte le materie, sì animali, come vegetabili, le quali ſi prendono, o come alimenti, o come rimedj. Coteſti piccoli corpi angoloſi, e taglienti ſono più idonei degli altri a penetrare fino all' organo immediato, ed ivi farſi ſentire. Si può giudicarne, mettendo ſulla lingua qualche grano di ſal puro, di qualunque natura ſia: egli vi fa un' impreſſione fortiſſima; e l' Analiſi dimoſtra, che fra tutti i miſti quelli, che più commuovono l' organo, ſono più abbondanti di ſali.

Noi conoſciamo piccoliſſimo numero di ſali, che differiſcano eſſenzialmente, o le cui parti dall' acqua diviſe ſi moſtrino ſotto figure coſtantemente diverſe. Quindi ne ſegue, che le ſenſazioni del guſto ſarebbono poco variate, ſe ſole operaſſero ſull' organo le particelle ſaline contenute negli alimenti; ma la Natura le ha meſchiate con altri principj, che non ſono ſaporoſi per sè ſteſſi, che operano ſolo, come oggetti del tatto in generale, e il numero, e le doſi de' quali combinanſi in infinito. L' acqua, la terra, l' aria, il ſolfo, l' olio ſono tante materie inſipide, che la natura ha fatte entrare quaſi in tutto ciò che ſerve di nutrimento agli animali. La bocca ſtemperando queſti alimenti, e macerandoli ſomminiſtra una linfa, che facilita la diſunione delle parti, e che ſviluppa i principj; ma queſto diſſolvente non ha egli

egual

egual forza sopra tutti: il solfo, l'olio, per esempio, non cedono alla di lui azione, come la terra, e l'acqua; quindi è, che la parte salina non si scevera mai, fuorchè imperfettamente, ed a proporzione della dissolubilità di ciò ch'è strettamente con essa unito.

I sapori più semplici, e sopra de' quali più generalmente si è d'accordo, sono quelli, dove i sali dalla mescolanza d'altre materie sono meno attutati. Tutti sanno, che cosa sia *dolce*, *amaro*, *salso*, *acido*, *acre* ec. Queste diverse sensazioni sono sì manifeste, che subito si distinguono: elleno sono, come la base di tutte le altre, le quali diventano tanto più difficili a determinarsi, e ad esprimersi, quanto più s'allontanano da questa prima semplicità. L'amaro del caffè, per esempio, corretto con la dolcezza del zucchero produce una sensazion mista; il sugo de' frutti meschiato collo spirito di vino prende un nuovo gusto; quel delle carni si muta quasi affatto, e si maschera in mille guise, com'è noto per un infinito numero di preparazioni, e di misture, delle quali la dilicatezza ha fatto un'arte importante e coltivatissima nel nostro secolo.

Dell'oggetto del gusto va la cosa, come di quello del tatto: dipendendo i sapori misti da certi principj, la cui unione è suscettibile d'infinite combinazioni, è impossibile additarli tutti con nomi particolari; esprimonsi col paragonarli a qualche sapore più semplice, o più noto: si dice; *Il tal frutto è un poco acre, ed amaro; il tal pesce ha il gusto del luccio* ec.

In quanto all'organo del gusto, tutti gli Anatomici convengono, ch'egli sia principalmente nella lingua: un gran numero di essi crede, che sia in tutto il di dentro della bocca; e molti lo esten-

estendono fino all' esofago, e anche fino allo stomaco. Non è per verità possibile di restrignerlo alla sola lingua: ognuno può conoscere per sua propria esperienza, che le materie saporose si fanno sentire, quantunque più debolmente, nel palato, e nel fondo della bocca; ma ciò che decide la quistione, si è, che si sono veduti degli uomini senza lingua, e che assaggiavano benissimo gli alimenti (*a*).

Quì pure l'estremità delle fibre nervose, quelle poppelline, delle quali abbiamo precedentemente parlato, sono l'immediato organo del gusto; ma laddove per la sensazione del toccare sono piccole, e ricoperte d' una (*b*) soprappelle eguale, e liscia, e d'una tessitura più stretta; in tutte le parti della bocca, dove elleno si osservano, e sopra tutto nella lingua (*c*) sono più grosse, meno compatte, e quasi inserite in un involucro, od astuccio porosissimo, irrigate inoltre da una linfa, che mantiene la loro pieghevolezza, e che mette la parte saporosa de' cibi in istato di toccarle, come conviene, per farsi sentire. Imperocchè questa linfa la divide, la sviluppa in modo tale, che le dà il grado necessario di tenuità per insinuarsi a traverso di cotesta porosissima pelle, la quale copre le piccole fiocche nervose, sulle quali debbe farsi l' impressione.

L'organo del gusto si logora, e si guasta, come gli altri, con l'uso immoderato del suo oggetto: i sapori, che hanno molta forza, come i liquori spiritosi, e que' manicaretti studiati, cotanto oggi alla moda, diminuiscono la sensibilità delle parti, che spesso ne soffrono l' im-

(*a*) Mem. de l'Academ. 1718. pag. 6.
(*b*) Epiderma. (*c*) Fig. 12.

pressione: l' esperienza fa vedere, che la gente volgare, la quale s' avvezza a bere dell' acquavita, trova insipido il vino, e più non se ne cura. Al contrario si sa, che i bevitori d' acqua hanno per ordinario il gusto più dilicato, e più fino, che gli altri. Questa bevanda, che non ha quasi sapore alcuno, conserva all' organo tutta la sua sensibilità; perchè non è capace di alterarne la tessitura. La malattia, e la vecchiezza possono cagionar pure del disordine in cotesta parte: sul principio d' una convalescenza avviene sovente, che non trovisi gusto negli alimenti; perchè resta ancora qualche umore vizioso, che abbarra, e copre i pori, per cui debbono passare le particelle saporose; o perchè gli accidenti, che hanno preceduto, hanno cagionato qualche alterazione nell' organo stesso, che non è per anche ritornato nello stato suo naturale. Ma senza avvedermene io passo i confini del mio disegno: alla Medicina, ed alla Notomia conviene d' aggiugnere ciò, che quì può mancare, e forse io ne ho già detto troppo.

L' ODORATO.

L' Odorato, a cui diamo il terzo luogo tra i sensi, quando cominciasi da quelli, che sono in apparenza più grossolani, potrebbe essere collocato nel secondo, se si ponesse mente all' ordine osservato dalla Natura nel loro esercizio. Ciò che ci viene presentato da bere, o da mangiare, non s' ammette da noi, se prima non è stato esaminato, ed approvato da questo senso; e gli animali, che non hanno il tatto nè così famigliare, nè così fino, come l' abbiam noi, decidono coll' uso del naso della qualità degli alimenti; in particolare quando sono nuovi per essi, e non ci vedono esteriormente rassomiglianza con

con ciò ch' è loro già noto. Passa tanta affinità tra il gusto, e l' odorato, sì in riguardo all' oggetto, come in riguardo all' organo, che alcuni Anatomici hanno considerato quest' ultimo, come una parte, o come un supplimento del primo: ed in fatti vediamo, che tutto quello, che gradisce all' uno, è naturalmente amico dell' altro; siamo rentati di accostare alla bocca le materie, ch' esalano grati odori, quando non conosciamo in esse alcune nocevoli qualità; e se per accidente qualche usitato cibo dispiace all' odorato, bisogna, che l' uso, o alcuni motivi valevoli superino la ripugnanza, ch' egli certamente fa nascere, senza di che se ne interdice l' uso sulla testimonianza sola dell' odorato.

L' interno del naso comunicando colla bocca, avviene spesso, che le sensazioni del gusto si collegano, dirò così, e si confondono con quelle dell' odorato: questo effetto accade, allorchè i sapori sono spiritosi, e volatili; e di qua pur nasce una portentosa varietà di sensazioni differenti, secondo che l' odorato vi ha più, o meu di parte. Quando egli ne partecipa un poco troppo, essendo il suo organo più sensibile, che quello del gusto, questo perde i suoi diritti per alcuni momenti, e tutta la sensazione appartiene all' odorato. Chi è, che non sappia ciò che succede, allorchè si prende una dose troppo rinforzata di mostarda, o quando s' ingozza a gran sorsi della birra forte?

Pare, che il principale oggetto dell' odorato siano i sali volatili; e che la varietà degli odori provenga dal miscuglio, e dalla quantità degli altri principj uniti ad essi. Imperocchè i sali fissi non sono capaci di portarsi all' organo; e tutto quello, che non è sale ne' misti, tuttochè

sia volatile, pare insipido, non meno all' odorato, che al gusto. Osservasi all' incontro, che tutto ciò che facilita l' evaporazione delle materie, ove abbonda il sal volatile; tutto ciò che sviluppa i loro principj, gli rende ad un tratto più odorosi. Quando si cucinano le vivande, l' azione del fuoco divide le parti, le sottilizza, e le dispone ad esalare; ed allora gli odori diventano sensibilissimi. Quando si mescola del sale ammoniaco in polvere con della calce viva, o con del sal di tartaro, il volatile orinoso si sviluppa, si solleva, e si fa acutamente sentire.

Per la stessa ragione la fermentazione, o la putrefazione rende quasi sempre odorifere le materie, che nel loro stato naturale nol sono, o lo sono poco; e per lo più cambia la qualità degli odori. Imperocchè cotesti movimenti intestini danno adito alle parti di trasportarsi da un luogo all' altro, e a disunirsi. Se questa disunione non giunge a discomporre le molecule, ed a mutare la natura del misto, il quale comincia a fermentare, egli diviene solamente più odoroso, perch' esala in maggior quantità; ma se i principj stessi, che compongono le parti integranti, vengono a separarsi, non solo ne diventerà più forte, e più penetrante l' odore, perchè sarà l' organo colpito da parti più sottili; ma la sensazione sarà pur di un' altra spezie, perchè verrà cagionata da corpicciuoli d' una struttura differente, ove la parte salina, ch' è l' agente principale, sarà più, o meno copiosa, più, o meno sviluppata. Un frutto, che marcisce, la carne, che si corrompe, esalano odori sempre più molesti, non solo perchè crescono di forza; ma perchè sono più

fetidi, secondochè la corruzione s' avanza.

Gli odori sono ancora meno caratterizzati, che i sapori: appena generalmente si è d' accordo sopra di alcune sensazioni fondamentali in questo genere; ci contentiamo di ridurre le men note a quelle, che lo sono di più; come al fumo del folso, a quello del pannolino bruciato, al cedro, all' ambra ec. senza non per tanto pretendere, che queste differenti esalazioni sieno odori semplici.

Bisogna, che i corpicciuoli capaci di scuotere l' organo dell' odorato sieno suscettibili d' una prodigiosa divisibilità: si può giudicarne da una esperienza, e da alcune osservazioni, che abbiamo riferite nella prima Lezione (*a*) per provare in generale, quanto i corpi sono divisibili. Queste picciole parti esalate ondeggiano nell' aria; ed ella è quel fluido, che le porta nell' interno del naso, dov' è l' organo, allorchè per mezzo della respirazione la determiniamo a prendere tale strada.

L' interno del naso è rivestito d' una membrana, che quei dell' arte chiamano *pituitaria*: ella è un tessuto, la maggior parte composto delle fibre del nervo olfattivo, che comunemente si tiene essere il soggetto degli odori. Queste fibre nervose mettono capo nella superficie della membrana in forma di poppelline, sulle quali si fa l' impressione de' corpuscoli odorosi (*b*). Ecco in digrosso l' organo dell' odorato; nè quì avrebbe luogo un divisamento più minuto: coloro, che vorranno essere più ampiamente informati, troveranno da soddisfarsi nel Trattato del Signor le Cat nell' esposizione anatomica del Sig. Winslow,

(*a*) Terza Esperienza pag. 17. e seg.
(*b*) Fig. 13.

low, ec. Noi solamente aggiugneremo, che gli odori forti, ed il loro uso frequente indurano, per così dire, le piccole fiocche nervose, alle quali si applicano, e fan loro perdere quel sentimento dilicato, di cui godono d' ordinario le persone, le quali non usano tabacco, nè essenze. Perdesi pure per un dato tempo l' uso di questo sentimento, allorchè un umore soprabbondante, o troppo ispessito, in vece d' irrigare l' organo, quanto conviene per mantenerlo sensibile, e molle, impaccia, e soffoga tutta la sua sostanza; imperocchè allora non solo egli non è nello stato suo naturale, e disposto a far bene le sue funzioni; ma l' aria, che passa con istento, non vi porta la stessa quantità d' odore: il che provasi, ed è facile ad osservare, quando si ha l' indisposizione, che chiamano, *reuma del celabro*.

Non diremo quì niente dell' *udito*, e della *vista*; perchè avremo occasione di spiegare il meccanismo di questi due sensi trattando de' suoni, e della luce; ci resta da terminare questa digressione con alcune osservazioni, che ancor si presentano opportunamente sopra i sensi in generale, considerati nell' uomo.

1. Quantunque secondo l' intenzione della Natura ogni individuo della nostra spezie debba fare dei suoi sensi quell' uso, per cui gli sono stati dati; nulladimeno è indubitabile, che tutte queste facoltà non sono in tutti gli uomini collo stesso grado di delicatezza. Se ne sono veduti (*) alcuni, che aveano l' odorato sì acuto, come quello de' cani da caccia; altri ci sono, che distinguono gli oggetti in un luogo sì oscu-

(*) Journal des Sçavans Avril. 1667. Mem. de Trev. Fevr. 1725.

oscuro, che le viste ordinarie non ci veggon nulla; certi ghiotti scoprono ne' manicaretti, o ne' liquori certe differenze, che scappano a' gusti ordinarj. Un tal grado di perfezione ne' sensi, quando non si trova in essi a costo di qualche più prezioso vantaggio, debbe considerarsi, come un singolar benefizio della natura; ma che la sensibilità de' nostri organi sia limitata, e che le nostre sensazioni non abbiano tutta l' estesa, che aver potrebbono, egli non è un male, ed avremmo torto a lagnarcene: per lo contrario una dilicateza de' sensi molto maggiore dell' ordinaria ci esporrebbe a parecchie incomodità, quando nello stesso tempo non si facesse una riforma negli oggetti, che li sogliono commovere; e quando pur noi non mutassimo maniera di pensare. Troppa luce ferisce, e offende gli occhi nostri, come sono: se fossero più dilicati, una chiarezza ordinaria sarebbe sempre eccessiva, e non vedremmo mai senza dolore. Sarebbe forse comoda, e piacevol cosa vedere sempre gli oggetti, come si vedono coll' ajuto del microscopio? La più bella pelle ci sembrerebbe un tessuto rozzo, ineguale, e pieno di rugosità; ed il più bel Diamante non ci mostrerebbe, che facce mal dirizzate, e di poca simmetria: questa riflessione facilmente s' applicherà agli altri sensi.

2. Nell' uso de' sensi, quantunque l' organo sia sufficientemente commosso dall' oggetto, spesso accade, che la sensazione non ha il suo effetto in riguardo all' anima. Quante volte non succede, d' avere gli occhi aperti sopra un oggetto illuminato senza vederlo? O di parlare ad alta voce con uno, che non è sordo; e non essere da lui sentito quel, che si dice? Tutti i corpi,

che tocchiamo, e che ci toccano, vengono forse perciò alla nostra cognizione? Per conoscere quello, che si tocca, conviene tastarlo; per sentire, bisogna ascoltare; e per vedere, bisogna guatare. Ora tastare, ascoltare, e guatare non è solamente lasciar, che l' oggetto operi sull' organo; ma è unire l'attenzione dell' anima all' esercizio del senso, ch' è in funzione. Un uomo distratto fa l' istessa figura, che di un sordo, di un cieco, di un insensato. Chi è, che non conosca gli effetti della distrazione?

3. Le sensazioni, come l' abbiam già detto, fanno nascere delle idee; e queste idee sono gioconde, o spiacevoli all' anima, che le concepisce; ma il più notabile si è, che lo stesso oggetto reca piacere agli uni, e dispiacere agli altri. Alcune persone amano le cose amare; i più le abborriscono; certi odori piacciono a questi, e sono insopportabili a quelli; il che ha fatto valere la massima: *Che non si dee contender de' Gusti*. Aggiungete lo strano effetto dell' essermi oggi grato, e piacevole ciò che alcuni anni fa m' era molesto a sentire. Si trova chi ha mostrato della ripugnanza nel bere della birra, e nel pigliar tabacco la prima volta, e che ne ha fatto poi le sue delizie; l' odore del muschio, ch' era un tempo alla moda, fa oggidì male alla testa di tutti. Gli organi non sono forse gli stessi a un dipresso in tutti gli uomini; e cambiano forse da un tempo all' altro nello individuo?

Poichè cosa è manifesta, che le parti organiche sono più dilicate; e per conseguenza più suscettibili delle impressioni in certe persone, che in altre; e che un' azione smoderata dell' oggetto è capace di offenderle, può addivenire, che una sensazione ordinaria per certuni diventi per al-

altri una violenta irritazione, un colpo moleſto all'anima, che veglia alla conſervazione del corpo, e che diſapprova tutto ciò che tende a ſcomporre l'economia animale.

Ma biſogna concedere, che l'immaginazione ha tanta parte a tutte queſte varietà, quanto alcun'altra cagione. Gli oggetti ci piacciono, o ci cagionano della ripugnanza ſecondo le idee, che vi affiggiamo; e queſte idee dipendono aſſai dall'avvezzamento, dalla moda, e da' pregiudizj. Si ſarà ſentito dalla bocca d'alcune perſone, che riputiamo eſſer di buon guſto, dire, che la tal materia, bruciandola, manda un buon odore: queſto ſovente baſterà per fare, che queſt'odore l'amiamo, quando lo ſperimenteremo. La relazione degli occhi ci preſenta di primo lancio le oſtriche ſotto apparenze diſguſtevoli; ma poco a poco queſte prime idee s'infievoliſcono, e cedono ad altre più luſinghiere concepite nell'aſſaggiarne: conchiudiamo perciò, che ſiccome le ſenſazioni dipendono in parte dalla diſpoſizione dell'organo; così i giudizj, che ne ſeguono, molto partecipano di quelle dell'anima.

LEZIONE TERZA.

Della Mobilità de' Corpi; del Moto, delle sue proprietà, e delle sue leggi.

PRIMA SEZIONE.

Della Mobilità de' Corpi.

E' Non bisogna confondere la *mobilità* col *moto*; perocchè sono due cose affatto differenti. La prima è una proprietà comune a tutti i corpi; l'altro è uno stato, fuori del quale e' si considerano bene spesso, e che non è loro essenziale. Io mi rappresento qualche volta una, od un' altra materia, come posta in quiete; ma concepisco sempre, che può ricevere il moto, che non ha.

La mobilità ha il suo fondamento sopra certe disposizioni, le quali non si trovano nello stesso grado in tutti i corpi; quindi è, che alcuni sono più mobili, che nol sono altri; vale a dire, che convien impiegare meno di forza per far, che passino dalla quiete al moto. Le principali di queste disposizioni sono la figura, e l'egualità della superficie, e la quantità di materia contenuta sotto il volume di un corpo, che si vuol muovere.

Per capir ciò facilmente figuriamoci due masse di vetro, d' avorio, ec. di peso eguale, l' una delle quali sia un cubo; e l'altra una sfera, tutte e due poste sopra una tavola. Questi due corpi non differiranno, se non che per la figura; e ciò basterà per rendere il secondo molto più oppurtuno del primo a ricevere, e a conservare il moto. Diamo loro la figura stessa presentemente, e non mutiamo niente nell'egualità delle loro masse; ma im-

immaginiamoci solamente, che la superficie d' uno sia scabra, e liscia quella dell' altro: questa differenza renderà questo secondo più mobile; una minor forza lo farà muovere sopra un piano solido, o in un fluido. Finalmente supponiamo due corpi affatto simili e per la figura, e per l' ugualità, o forbitezza della superficie, ma differenti per le loro quantità di materia; una palla d' avorio, per esempio, e un' altra di piombo di eguale diametro sospeso nella stessa maniera, o sopra lo stesso piano orizzontale, e dritto: ben si sa, che farà di mestieri colpire questa più fortemente, che quella, per muoverla; e la forza istessa impressa in ambedue troverà meno di resistenza nella più leggiera, che nella più pesante.

Questa resistenza al moto, la quale si scorge in tutti i corpi, avuto solamente riguardo alla loro massa, si chiama *forza d' inerzia*. Ella è, siccome la gravità, proporzionale alla quantità di materia propria di ciascun corpo. Ma quantunque queste due forze abbiano ciò di comune fra loro, non si può dire, che sieno la stessa cosa: vi ha delle prove del contrario: la gravità, siccome vedremo in appresso, esercita sempre la sua azione d' alto a basso, e per quanto può, perpendicolarmente all' Orizzonte; ma la forza d' inerzia resiste al moto per qualunque verso, che si tenti di movere un corpo.

Per formarci un' idea giusta dell' inerzia, poniam mente all' esperienza proposta dal Signor Newton: immaginiamoci un corpo (*Fig.* 1.) d' una grandezza, e d' un peso determinato; per esempio, una palla di piombo d' una libbra di peso, attaccata ad un filo assai lungo, e lasciata in sua balìa in un' aria placida; e un' altra palla di piombo simile parimente sospesa, la quale va-

vada ad urtare la prima con quattro gradi di moto. Se la palla, ch'è in quiete, non faceſſe alcuna reſiſtenza a quella, che viene ad urtarla, dopo l'urto ſi vedrebbono tutte e due muoverſi con 4. gradi di moto. Imperocchè ſe dalla parte della palla, ch'è urtata, non vi foſſe reſiſtenza, come ſcemar potrebbe il moto nella palla, che urta? E per qual ragione la palla moſſa dal ſuo luogo non avrà ad eſſer moſſa ſecondo tutta l'eſtenſione del movimento, che la ſpigne? Ora tutt'altro fa vedere l'eſperienza: la palla, ch'è in quiete, riceve da quella, che la percuote, una porzion del ſuo moto; e queſt'ultima perde nell'urto ciò che par, che l'altra abbia acquiſtato. Un corpo in quiete fa dunque una reſiſtenza reale allo ſforzo, che tende a moverlo. V'è di più: ſe la palla in quiete (*Fig.*2.) peſa 30. o 40. libbre, l'altra, che allora ha una molto minor maſſa, collo ſforzo ſteſſo non la ſpigne tant'oltre, quanto nel caſo precedente; pure ſe per muovere un corpo, qual egli ſi voglia, baſtaſſe a fargli perdere il ſuo ſtato di quiete, il moto comunicato ſarebbe lo ſteſſo in una groſſa, come in una piccola maſſa. Si ha dunque da vincere non ſo qual coſa di più, che la ſola privazione del moto.

Diraſſi forſe per avventura, che la palla, ch'è in quiete, reſiſte ſolamente, perch'è retta, e ſoſtenuta dall'aria, che l'è intorno; e conviene ſmovere queſt'aria, per far, che la palla muti luogo? Ma 1. I corpi, che ſi urtano nel vuoto, fanno vedere la ſteſſa coſa, che nell'aria; o ſe pur vi è qualche differenza, non è ſenſibile.

2. La reſiſtenza dell'aria fa anch'eſſa parte della quiſtione preſente; imperocchè trattaſi dell'inerzia de' corpi in generale. Se l'aria, come materia, fa reſiſtenza al moto de' corpi, che tendono a ſmo-

ver-

verla; e se ciò viene a provarsi, e a concedersi, è ad un tratto trovata l'inerzia.

3. Se la resistenza, che fa la palla, la quale è in quiete, nascesse unicamente dalla resistenza dell'aria, sulla quale si regge la palla, per resistere una volta altrettanto bisognerebbe, ch'ella corrispondesse ad un volume d'aria una volta più grande; ma il fatto è, che basta raddoppiare il peso della palla; e ognuno sa, che un solido sferico non riceve già, per avere il doppio di massa, una superficie due volte più grande di quella, ch'egli aveva.

Sarà forse il peso della palla sospesa nell'aria, che s'oppone al di lei traportamento? Di qualsivoglia lunghezza (diraffi) che suppongasi il filo, se il corpo grave, che tiene sospeso, è libero, lo terrà in una situazione verticale; e collocheraffi nel punto più basso, che la sospensione gli possa permettere d'occupare. Che ne segue da ciò? Ne segue, che se si sforzerà cotesto corpo grave sospeso ad uscire del punto, che occupa, per qualunque verso sia urtato all'intorno, verrà a porsi più alto, e converrà per portarlo a tale altezza vincere la sua gravità, la quale fa sforzo per ritenerlo, dov'egli è.

Questa obbiezione è speziosa; ma non farà mai conchiudere, che la forza d'inerzia, e la gravità sono la stessa cosa ne' corpi, a chi porrà mente, che nelle palle sospese delle citate Esperienze, la resistenza è sempre proporzionale alle masse considerate in tutto il loro valore; dovechè il peso nel tempo della quiete è ridotto a zero dal filo, che sospende la palla, e non opera quasi punto, allorchè questa medesima palla si muove, se il filo è molto lungo, come lo supponiamo, e se non se gli fa descrivere, fuorchè piccioli archi.

Per

Per rendere ciò più intelligibile, supponiamo la palla in quiete all' estremità del filo, che la tiene sospesa: allora tutto lo sforzo del suo peso è vinto dalla resistenza del punto di sospensione; s' ella si spigne con un dito in un arco di circolo, a misura che si allontana dal luogo della sua quiete, si sente, che pesa sempre più sulla mano, che la dirige; di maniera che se il filo diventa orizzontale, ella fa sentire tutto il suo peso; e quando la si conduce discendendo per lo stesso arco di circolo, si sente decrescere proporzionalmente lo sforzo della gravità, fin tanto che il filo sia verticale, ed il punto di sospensione sia caricato di tutto. Si capisce dunque, che la detta palla non resiste, come pesante, se non quando il filo non è più verticale; e quando è passata dal luogo più basso ad un altro più elevato: questo smovimento dal suo luogo dee dunque precedere assolutamente la resistenza, o lo sforzo, che proviene dal peso; ma per operare tale smovimento è mestieri usar d' una forza reale, atta a vincere, e a trasportar tutta la massa di questa palla; imperciocchè se quella forza, che si adopera, è troppo piccola, non è non per tanto meno reale; e pure non ha l' effetto, che si ricerca, sopra un corpo solido, le cui parti sono legate. Così la palla sospesa ha dunque fatto una resistenza, ch' è convenuto vincere, innanzi che la sua gravità potesse farsi sentire.

Di più i fluidi resistono egualmente, che gli altri corpi. Quando un solido si muove nell' acqua seguitando una direzione orizzontale, non si può dire, che la resistenza, ch' egli prova, venga dalla gravità del mezzo; poichè tutte le parti di questo mezzo, che si suppongono omogenee, sono in equilibrio fra loro, nè si può aspettar nulla dal-

dalla loro gravità, quando trasportansi secondo una direzione, che gli è indifferente affatto, qual ella si suppone.

Finalmente la forza d'inerzia s'incontra ne' corpi in moto, come in quelli, che sono in quiete: quello, che si muove con due gradi, ne riceve un terzo grado solamente pel mezzo d'un nuovo sforzo, che s'ha da fare per dargliélo: la stessa resistenza, ch'egli oppone alla prima forza, la quale gli toglie la sua quiete, egli l'adopera egualmente contro quella, che vuol aggiugnere qualche grado al suo nuovo stato; per lo che dopo d'avere addotte l'Esperienze, che provano la forza d'inerzia ne' corpi in quiete, io n'aggiugnerò una, che a me par decisiva, e che non permette si confondano gli effetti dell'inerzia con quelli della gravità.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina rappresentata con la *Fig.3.* porta a 6. piedi di altezza in circa due sfere d'avorio A, B, d'un pollice $\frac{1}{2}$ di diametro ciascuna, e attaccate insieme con un poco di cera: il martello D, ch'è della stessa materia, viene guidato per via d'un ordigno, che si fa star teso più, o meno; e che si allenta, quando tirasi la cordicella E, per far, che il martello percuota una delle due sfere.

EFFETTI.

L'una delle due sfere d'avorio B, essendo stata percossa dal martello si distacca dall'altra A, e la precede cadendo.

SPIEGAZIONI.

Se le due sfere solamente distaccate l'una dall'altra ubbidissero solo al loro peso, supponendosi, ch'elleno comincino a cadere nello stesso tempo, ed essendo in tutto simili, e nella stessa aria, egli è in-

è indubitabile, che arriverebbono insieme sul piano, che termina la loro discesa; ma l' una di esse, che ha ricevuto un colpo di martello, il quale aggiugne alcun chè allo sforzo del di lei peso, ubbidisce inoltre a questa nuova impulsione, il cui effetto è di fare, ch' ella preceda l' altra; e questo suo precedere è tanto più pronto, quanto è stato maggiore il colpo del martello. Ecco qui un nuovo effetto, che attribuire non si può alla gravità; poichè per farlo nascere conviene impiegare una particolar cagione, senza la quale egli è nullo, e della quale egli segue esattamente le proporzioni. Ora tutto quello, che annienta una forza attiva, chiamasi resistenza; un corpo, che cade liberamente, resiste dunque a un moto più pronto, che quello del suo peso: e non lo riceve, fuorchè da un' altra potenza, la cui azione ammette più, e meno.

APPLICAZIONI.

Una pietra, che si getta con la mano contro un albero di mediocre grossezza, vi cagiona bene spesso un movimento, che passa sensibilmente fino ai rami; e ricade a piè dell' albero medesimo, dov' ella resta senza moto: una pietra consimile slanciata contro uno scoglio isolato ricade nè più nè meno; e non lascia scorgere segno alcuno del moto comunicato: vedesi a prima giunta la cagione di questa differenza, se si pon mente, che tutto ciò ch' è materiale, oppone la sua inerzia all' urto degli altri corpi; e che quella forza, per cui resiste al moto, è sempre proporzionale alla sua massa. Supponendo, che la pietra portasse successivamente lo stesso sforzo contro l' albero, e contro lo scoglio, il primo, come avente molto men di materia, ha fatto una troppo debole resistenza; nè ha potuto consumare intieramente la forza, che l' ha sollecitato

tato a moversi senza essere un poco traportato, il qual traportamento s' è renduto sensibile per l'agitazione de' rami; l' altro, cioè lo scoglio, avendo una massa molto più grande, ha fatto una resistenza intera, e dirò così, vittoriosa: lo sforzo della pietra distribuito ad un certo numero delle sue parti non ha bastato per estendersi a tutte in una maniera sensibile, e per movere il corpo interamente.

S' è veduto di sopra, che una palla di piombo, la quale pesa una libbra, e che va ad urtare un' altra palla della stessa materia, e dello stesso peso, le dà una certa quantità di moto; e ch' ella ne dà meno, o, per parlare più esattamente, smuove, o traporta meno una terza palla, la quale pesa trenta, o quaranta volte altrettanto. Ne abbiamo dedotto, come si doveva, che quest' ultimo corpo, avendo più di materia, resisteva maggiormente; di là ne segue, che quanto più di massa avrà, tanto più farà di resistenza; e che finalmente ne può avere in tal quantità, che lo sforzo, il quale egli ha da sostenere, non basti per esser sensibilmente distribuito a tutte le sue parti. Pure questo corpo non può cambiar luogo, se tutte le sue parti non si muovono in comune; per questa ragione dunque l' inerzia de' corpi conserva gli uni sensibilmente in riposo contro uno sforzo, che mette gli altri in moto.

II. SEZIONE.

Del moto in generale, e delle sue proprietà.

CHiamasi *Moto* lo stato di un corpo, che viene attualmente trasportato da un luogo in un altro, o si consideri nella sua totalità, o in ordine alle sue parti. Così il battello, che si lascia andare alla corrente del fiume, è in moto; per-

chè muta luogo continuamente: e non si può negare, che non si muovano le ali della ruota d'un molino, quantunque si rivolgano nel luogo stesso; perchè ciascuna di esse passa successivamente per tutti i punti del cerchio, ch'ella descrive.

Ogni volta che un corpo si muove, muta situazione rispettivamente agli oggetti, che lo circondano da vicino, o da lungi: un uomo, esempigrazia, che siede in una carrozza, o sta in una barchetta, che lo traporta, cambia di continuo relazioni, se non colle persone, che lo accompagnano, almeno riguardo ai differenti luoghi, ch'egli trascorre nel suo viaggio.

Se io mi veggo a sinistra quello, che io aveva alla dritta, posso dunque conchiudere con tutta sicurezza, che vi è stato un moto reale; ma questo cambiamento di relazioni non basta solo per avvisarmi, se io sia quegli, che son passato dal luogo, che occupava, in un altro. Imperocchè l'istesso effetto seguirebbe, quand'anche fossi restato costantemente immobile; purchè fosse stato mosso di luogo ciò che ho attorno di me. Che giri il Sole in 24. ore attorno della terra, o che in un egual tempo girando la terra in sè stessa porga successivamente tutti i punti della sua superficie alla luce di cotesto Luminare, ella è la stessa cosa, quanto alle apparenze; ed il sistema, che attribuisce il moto reale al nostro globo per ispiegare i differenti aspetti del Cielo, non sarebbe mai stato, che una pura ipotesi, e non la vincerebbe sull'opinione contraria, se non fosse altronde convalidato con ragioni più forti, di quel che sono le posizioni relative de' corpi celesti colla terra.

Tre cose principali sono da considerarsi in un corpo, che si muove: la sua *direzione*, la sua *velocità*, e la *quantità* del suo moto.

La

La direzione s' esprime per mezzo della linea retta, che un corpo descrive, o tende a descrivere col suo moto. Imperocchè quantunque egli trascorra uno spazio, il quale oltre la sua lunghezza ha ancora le altre sue dimensioni; nulladimeno, come se la sua materia fosse ridotta in un punto, si considera nella direzione solamente il sentiero trascorso da questo sol punto; e perciò nominando due termini solamente si fa conoscere senza equivoco, in qual maniera si diriga il mobile; come si dice per esempio: *il tal fiume scorre da Levante a Ponente*: *il tal oggetto passa da sinistra a diritta*.

Quando un corpo comincia a muoversi, sempre lo fa per una linea retta, la quale egli segue via via, per quanto può; e quando è costretto a lasciarla, ricomincia a descriverne un' altra della stessa spezie, cui non abbandona altresì, se non quando è sforzato a dirigersi diversamente; ma sempre in linea retta, come in appresso faremo vedere. Allorchè pertanto si fa un moto in linea curva, questa curva non è altro, che una serie di picciole linee rette diversamente dirizzate. La fionda, che si fa circolare, passa per un' infinità di direzioni; ed il circolo, ch' ella descrive, può essere considerato, come un poligono d' infiniti lati.

Si danno alle direzioni de' corpi mossi altrettanti nomi differenti, quanti ne appartengono alle posizioni relative delle linee rette; si dice, esempigrazia: il tal corpo si muove *obliquamente*, *parallelamente*, *perpendicolarmente ec.* all' orizzonte, ad un tale, o al tal altro piano. La direzione della pioggia è obliqua all' orizzonte, quando soffia del vento.

La velocità del moto si conosce dallo spazio, ch' è trascorso da un mobile; e dal tempo, ch' egli impiega in trascorrerlo. Per avere un' idea distinta

della velocità, non basta dire: un uomo ha fatto dieci leghe; bisogna inoltre accennare, per quante ore abbia camminato.

Parimente quando si tratta delle velocità relative, non basta paragonare i tempi, o gli spazj solamente, per sapere in qual relazione stieno le velocità di due corpi: convien dividere gli spazj per li tempi; e se trovasi, per esempio, che in tempi eguali ciascuno di essi abbia trascorso una pertica, si potrà dedurne eguaglianza di velocità; ed al contrario se ne inferirà l' ineguaglianza, se uno de' due corpi avrà impiegato più di tempo in trascorrere un dato spazio; o se in un tempo determinato non avrà trascorso tanto spazio, quanto l' altro. Gli stili d' un pendulo, gl' indici d' un oriuolo fanno tutti e due il giro d' un quadrante, e trascorrono lo stesso spazio; ma quello delle ore v' impiega dodici volte altrettanto di tempo, che quel de' minuti; e quest'ultimo per conseguenza ha dodici volte altrettanto di velocità del primo: oppure se piglieremo per misura comune il tempo di dodici ore, vedremo, comparando gli spazj trascorsi, che l' indice de' minuti fa dodici volte la strada trascorsa da quel delle ore una sola volta, il che è tutt' uno.

Si confonde spessissimo la velocità col moto; e. g. se si fa girare un pezzo di sughero una volta più presto, che un piombo di pari volume, si dice ordinariamente, che il sughero ha più moto. Questa espressione non è accurata; e vedremo appresso, che il più, ed il meno del moto non viene solamente dal grado di velocità. Pure quegli stessi, che non l' ignorano, si confermano talvolta all' uso; e si dice: un *moto uniforme*, *accelerato*, *ritardato* ec. tuttochè queste modificazioni debbano sempre intendersi della velocità.

La

La velocità *uniforme* è quella d' un corpo, che trascorre spazj eguali in tempi eguali; come se la palla, che rotola sovra un piano, trascorre una pertica in un secondo, un' altra pertica nel secondo susseguente, una pertica ancora nel terzo secondo, e sempre così di secondo in secondo; di maniera che i tempi, e gli spazj trascorsi sieno sempre eguali tra loro. Questa uniformità si concepisce facilmente, come possibile; ma nello stato naturale non s' incontra quasi mai, a cagion degli ostacoli inevitabili, de' quali appresso parleremo.

Si chiama velocità *accelerata* quella d' un mobile, che in tempi eguali misura spazj, i quali vanno sempre crescendo; ovvero spazj, che sono eguali fra loro in tempi, che vieppiù decrescono: e. g. una pietra, la quale cade liberamente, e va più presto verso il fine della sua caduta, che sul principio.

Che se al contrario eguali spazj non si terminano, se non in tempi, che vanno sempre crescendo; o se, supposta l' egualità de' tempi, gli spazj trascorsi andranno sempre sminuendo, questa velocità chiamasi *ritardata*; qual è quella d' una palla, che si rotola, e che sino alla sua quiete a poco a poco si rallenta.

La quantità del moto si stima dalla massa, e dalla velocità prese insieme; di maniera che moltiplicando l' uno per l' altra si può saper esattamente, qual sia la corrispondenza, o proporzione mutua de' moti di due corpi, che si paragonano. Supponiamo, che l' uno dei due abbia cento grani di materia, l' altro n' abbia cinquecento, e che tutte e due si muovano con quattro gradi di velocità: la quantità del moto nel primo sarà cento moltiplicato per quattro, da che risulterà quattrocento; e nell' ultimo la quantità del moto sarà cin-

quecento moltiplicato per quattro; e il prodotto sarà due mila: il perchè queste due quantità di moto paragonate saranno tra loro, come quattrocento, e duemila. Scorgesi facilmente la ragione, per la quale si debbe stimar così la quantità del moto, quando si considera, che tutta la velocità, con la quale si fa movere un corpo, appartiene egualmente a tutte le parti della sua massa; imperocchè se io metto un tutto in istato di trascorrere una pertica in un secondo di tempo, determino con ciò la sua velocità; ma questa stessa velocità la imprimo a tutte le parti, che compongono questo tutto; di maniera che se dopo l' impulsione ricevuta elleno venissero a disunirsi, non si concepisce, che alcuna di esse dovesse restarsene in quiete: ognuno s' accorge al contrario, che ubbidendo tutte egualmente alla cagione stessa, che le ha determinate a moversi, continuerebbono ad eseguire separatamente quello, che insieme hanno incominciato; facendo nulladimeno astrazione dagli ostacoli, che s' aumentano in conseguenza della divisione, e che altrove si spiegheranno.

Un corpo, che si muove, può muoverne degli altri; e questa facoltà è relativa pure alla sua massa, ed alla sua velocità; di modo che si può compensare una con l' altra. Imperocchè quello, che ha poca massa, fa altrettanto sforzo con molta velocità, che un altro farebbe con meno, se avesse più di massa. Con un picciolo martello, il quale opera prontamente, tanto addentro si sospigne un chiodo, quanto con un martello più grosso, che lasciasi cadere lentamente: una picciola bacchetta non colpisce, nè offende, come un bastone, quando anche e l' una, e l' altro percotessero con la stessa velocità.

Il

Il moto de' corpi, quando è impiegato per moverne degli altri, o sia ch' egli tenda a solamente moverli, o che li muova in fatti, si nomina *potenza*, o *forza motrice*.

Si è pensato sempre, che questa forza in tutte le sorte di casi indistintamente doveva essere calcolata, come la quantità del moto, per la massa, e per la velocità: ed in fatti, sia che un corpo sollecitato a muoversi realmente si muova; ovvero che sia ritenuto da ostacoli, altro in lui non si vede, che la sua velocità moltiplicata tante volte, quante egli ha parti solide; o (ch' è tutt' uno) tutta la sua massa moltiplicata per la sua mera velocità; nè si vede, che opposizioni invincibili, o la libertà d' operare possano cambiar niente nella sua quantità di materia, e nell' impulsione, che ha una volta regolato il suo grado di velocità.

Pure molti celeberrimi Filosofi hanno abbracciata l' opinione del Sig. Leibnizio, che il primo ha messo una distinzione tra la forza motrice vinta da un ostacolo; e quella, che opera contro una resistenza, la quale cede. Chiamano la prima *forza morta*; e convengono, ch' ella debba calcolarsi, come la quantità del moto, moltiplicando la massa per la mera velocità. Chiamano la seconda *forza viva*; e pretendono, che per istimarla secondo il suo giusto valore bisogni moltiplicare la massa, non per la semplice velocità, ma per lo quadrato della velocità; vale a dire per la velocità moltiplicata con se stessa. Se, per esempio, la velocità è 3, non si dovrà già moltiplicare la massa per 3; ma per 9, ch' è il prodotto di 3, moltiplicando per 3. Secondo questa opinione un corpo, che opera contro un ostacolo con 2. di massa; e un' impulsione, che regola, o determina la sua velocità a 4, non ha, che 8. gradi di forza, finchè la re-

sistenza è vittoriosa; ma se questa resistenza cede, la forza, a cui ella ubbidisce, diventa viva, e di 8. alzasi a 32.

Ben penserà chicchessia, non essersi senza fondamento determinato un Filosofo, pari al Leibnizio, tanto versato nelle Matematiche, ad indurre un principio così nuovo, e che si conosce essere di sì grande importanza per la Meccanica: aggiungasi, che lo annunciò con un titolo, il quale dinotava la sua persuasione (*). Ed in infatti egli prova, e conferma la sua teoria con esperienze, e con argomenti così speziosi, che non ci dobbiamo maravigliare aver egli trovato de' Difensori tra i Fisici più valenti, e più illuminati. Ma non si può dissimulare parimente il numero maggiore de' medesimi, che offesi da questa nuova dottrina l'hanno avuta in conto d'un Paradosso; e dopo lunghe discussioni hanno la maggior parte pensato, che facea mestieri studiar di conciliare i fenomeni, che servono di prove all'opinione del Leibnizio, con altri principj noti, e generalmente ricevuti, piuttosto che ammettere una novità, la quale non parea ben legata colle idee chiare, e distinte, che fino allora ognuno si avea fatte del moto de' corpi.

Noi non crediamo di dover esaminare a fondo una quistione così spinosa in un'opera, in cui ci siamo solo proposti di stabilire i principj meno contesi: trovansi i fondamenti di questa famosa Lite meglio esposti, che non potremmo noi farlo, in molte Opere stampate, e volgatissime. Due sole ne citerò: l'una è il 21, ed ultimo Capitolo d'un volume in ottavo, stampato nel 1740. col titolo d'*Istituzione di Fisica*, nel quale una Dama degna di riverenza non men per la sua nascita,

(*) *Brevis Demonstratio erroris memorabilis Cartesii, & aliorum, &c.* Act. Erud. Lipsi. 1686. p. 161.

ta, che per la sua dottrina, ha messo in buon lume con la possibile acutezza, e sagacità tutti gli argomenti, che addur si possono a favore delle forze vive: l' altra è una *Dissertazione sopra la stima delle Forze motrici de' corpi*; nella quale M. di Mairan, che n' è l' Autore, rimette sotto la considerazione un suo Trattatello, letto nel 1728. nell' Accademia delle Scienze, e nel quale egli combatte l' opinione delle forze vive con ragioni assai valide; e spiega molto intelligibilmente, e co' principj ordinarj tutto quello, che pareva non poter essere spiegato, se non ammettendo il principio del Sig. Leibnitz.

Non debbo non pertanto ommettere (e questa pure è una ragione, che mi dispensa dal diffondermi d' avvantaggio su questa quistione) che se sono divise le opinioni circa la maniera di calcolare la forza de' corpi in moto, si è d' accordo perfettamente per quello riguarda il prodotto di queste forze, e gli effetti, che ne debbono risultare. Quelli, che non ammettono la distinzione Leibniziana, convengono tuttavolta co' Difensori delle forze vive, affermando, che gli effetti sono quadrupli in un corpo, il quale si muove con due gradi di velocità al paragone di quello, che ne ha un grado solo. Ma questo non avviene, dicono, perchè 4 è il quadrato di 2; ma solamente perchè il mobile, che ha due gradi di velocità, fa uno sforzo, il quale è ripetuto due volte altrettanto, che quello d' un corpo, il quale si muove con un grado di velocità. Ed è mestieri confessare, che se si fa entrare la considerazione del tempo nell' esame de' fatti, che vengono portati per prove delle forze vive, venghiamo a trovarci nel sentiero ordinario; ed il quadrato delle velocità non ha luogo, per la stima delle forze, le quali so-

sono ritardate da resistenze, che cedono, niente meno di quel che n'abbia per calcolare quelle, le quali operano contra ostacoli invincibili.

Da questa confessione, e dalla restrizione, che v'è annessa, ne segue, che se la faccenda delle forze vive non è una quistion di nome; almeno si può dire, ch'ella non è di tanta importanza, di quanta pareva, ch'esserlo dovesse per la Meccanica; e che senza errore potremo indistintamente stimare in pratica la forza de' corpi dalla quantità del moto; cioè dalla loro massa, e dalla loro semplice attual velocità, se realmente si muovono; e se sono ritenuti da ostacoli invincibili, dalla loro tendenza al moto, ch'è come la massa, e la loro velocità iniziale, colla quale comincierebbono a muoversi, se l'ostacolo cedesse.

La *quiete* è lo stato opposto al moto; ed è per conseguenza lo stato d'un corpo, che persevera coll'ordine stesso di situazione verso gli oggetti, che gli sono d'intorno, da vicino, o da lontano. Dico, da vicino, o da lontano, per far intendere, che quì si tratta della quiete assoluta; e che non consideraſi, come tale, lo stato d'un corpo, il quale viene trasportato con ciò che gli è dintorno: come, per esempio, un uomo, che viaggia con tre persone nello stesso caleſſo. Imperocchè s'egli è nella quiete rispetto a quelli, che lo accompagnano, non lo è rispetto a gli oggetti esteriori.

Questa spezie di quiete, a cui diamo quì l'esclusione, è forse la sola nulladimeno, che si debba ammettere parlando in rigore; imperocchè se tutto il globo, che abitiamo, gira di continuo sul proprio asse, e descrive un orbe attorno del Sole, com'è probabilissimo, niun corpo vi ha sulla sua superficie, che non partecipi del moto, ch'è comune a tutte le sue parti; e se qualche cosa pare

in

in quiete, ciò solo è relativamente agli altri oggetti terrestri; ma perocchè tutto quello, che a questo modo gli è d'intorno, s'estende quanto tutta la nostra sfera, quando si paragonano puramente in conto corpi terrestri fra loro, si può considerare, come assoluta la quiete di quel corpo, che non cambia situazione rispetto ad essi.

La quiete non ha i suoi gradi, come il moto, se non si vuol confonderla con la forza d' inerzia: ella è sempre tutto quello, ch'ella può essere; ma può avvenire (e la cosa è ordinaria) che un corpo sia in quiete, considerato come un tutto, e che le sue parti sieno in un attual movimento. Un gran masso di marmo, che si riscalda all' ardore del Sole, non muta luogo, ma tutte le sue parti sono agitate; imperocchè tutti i Fisici d' accordo affermano, che uno de' principali effetti del calore si è di mettere in moto le parti della massa, sulla quale egli opera.

III. SEZIONE.

Delle Leggi del moto semplice.

CHiamansi *Leggi del moto* certe Regole, secondo le quali tutti i corpi si muovono generalmente, e costantemente, quando ubbidiscono a qualche forza motrice.

Il moto *semplice* è quello d' un corpo, che ubbidisce ad una sola forza, o che tende ad un sol punto. Tal è il moto d' un uomo, che sdrucciola in linea retta sopra un canale diacciato; o quel d' un corpo grave, che il suo proprio peso fa discendere per una linea perpendicolare all' orizzonte: un tal moto è l' effetto d' una sola impulsione, o di molte, che si succedono nella stessa direzione.

Pri-

Prima Legge del moto semplice.

Ogni corpo, messo una volta in moto, continua a muoversi in quella direzione, e con quel grado di velocità, che ha ricevuto, se da qualche nuova cagione non viene cambiato il suo stato.

Vale a dire, che s' egli lascia la linea retta, la quale ha cominciato a descrivere, se la sua velocità si rallenta, o s' accelera, tali cambiamenti nascono da una cagione, che diversamente lo determina, che aggiugne, o che toglie al suo moto, senza di che la prima cagione non cesserebbe d' aver pienamente il suo effetto. Imperocchè per qual cagione averebb'egli da mutare il suo stato? La forza d' inerzia, che ha ritenuto, per quanto potè, nella sua quiete, e ch' è stato mestieri vincere per muoverlo, lo fa resistere in appresso, quant' ella può, ad ogni variazione; e questa resistenza debb' essere vinta di bel nuovo da una forza positiva, innanzichè uno s' accorga esservi alcun grado di più, o di meno nello stato del mobile.

Ma perchè la natura s' ha fatto una legge, che non ha mai il suo effetto? O più tosto, come abbiamo noi potuto assegnare a' corpi, che si muovono, una costanza di direzione, e di velocità, che non rappresenta la natura? Ha mai alcun veduto un moto senza alterazione, ed il quale si perpetuasse senza aver bisogno d' essere risarcito? Il corpo, anche più mobile, e più violentemente agitato non ritorna forse alla quiete dopo un più, o men lungo tempo?

E' forza confessare, non aver noi a disposizion nostra alcuna esperienza, la quale direttamente, e in una maniera positiva provi ciò che con questa prima legge si statuisce.

Ma 1. abbiam fatto di sopra vedere, che un cor-

po

po, in qualunque stato, che sia, tende a perseverare in quello per una forza, che abbiamo chiamata inerzia. Questo principio basta per istabilire la legge, di cui trattasi; poichè astraendo da ogni resistenza straniera, una volta che un corpo è in moto, non si vede più niente in esso, che resista all'impulsione ricevuta; nè che distrugga l'inerzia, la quale s'oppone al suo cambiamento di stato.

2. S' è vero, che i corpi perdono sempre il loro moto dopo un certo tempo, vero è del pari, che conosciamo sempre degli ostacoli, i quali gliel lo fan perdere; e perchè inevitabili resistenze (avvegnachè straniere) fan cessare il moto d'un corpo, sarebb' ella questa una ragione per conchiudere, che il moto è atto nato a non poter sussistere? O non si dee più tosto dedurre il contrario da questa stessa necessità di positive resistenze per farlo cessare? Vediamo dunque, quali sono le cagioni, che fanno cessare il moto; e scegliamo per preferenza quelle, che sono talmente connesse collo stato naturale, le quali non possono essere schivate.

Primieramente in qualunque luogo, ed in qualunque maniera, che si faccia movere un corpo, egli trovasi sempre in qualche fluido, che rispettivamente chiamasi *mezzo*, e ch' è costretto di sospignere ognora dinanzi a sè per farsi luogo movendosi; e perocchè questo mezzo è materiale, fa una continua resistenza al mobile, che tende a spignerlo, e a traportarlo. Egli dunque non può continuare a muoversi, se non impiegando ad ogni momento una parte del suo moto per vincere questa resistenza; perciò a capo d'un certo tempo lo ha impiegato tutto, e trovasi ridotto alla quiete.

Secondariamente tutti i corpi essendo pesanti, niuno di essi può muoversi con una direzione differente da quella, ch' è propria della gravità, se

non

non viene sostenuto con una sospensione, o da un piano; oppure egli scorre, e sdrucciola in qualche fluido, che lo tocca da tutte le parti. Qual si sia metodo, che si tenga, bisogna sempre, che il corpo passi per li differenti punti della superficie del piano, che trascorre, o del mezzo, che divide; o che quegli ordigni, o pezzi, che lo sospendono, facciano la stessa cosa l'un sull'altro. Questa applicazione successiva di superficie a superficie chiamasi *sfregamento*; e resiste al moto anch'essa. Imperocchè la superficie de' corpi non è mai levigata: le parti alte dell'una s'ingaggiano nelle cavità dell'altra; donde nasce, che sdrucciolano sempre con qualche difficoltà. La resistenza de' *mezzi*, e quella, che procede dagli *sfregamenti*, sono cagioni, che impediscono, che non abbia pieno effetto la prima legge del moto; perch' essendo inevitabili nello stato naturale, ne risultano resistenze, che distruggono indispensabilmente una parte della velocità de' corpi ad ogni momento.

Ogni macchina, che si fa muovere, non esercita dunque mai sulla resistenza, che uno si è proposto di vincere, tutto il moto, ch'ella ha ricevuto; poichè le cagioni, delle quali abbiam fatto menzione, ne consumano necessariamente una parte. Essendo importante di sapere quel, che gliene dee restare dopo questo dibattimento, noi esporremo quì ciò che deesi principalmente considerare, quando calcolar si vuole le resistenze, che nascono, o dagli *sfregamenti*, o da' mezzi.

ARTICOLO PRIMO.

Della resistenza de' mezzi.

I Mezzi, tuttochè fluidi, resistono, come gli altri corpi, per la loro inerzia, che si oppone al loro smovimento, o traportamento; ma l'inerzia,

zia, come abbiamo già detto, è sempre proporzionale alla massa; e quanto più il mezzo (supposto eguali tutte l' altre cose) ha di densità, tanto più fa di resistenza.

Non dipende non per tanto la massa de' corpi solamente dalla loro densità, ma eziandio dalla loro grandezza; imperocchè una guastada d' acqua pesa più, che un caraffino della medesima acqua. Quindi lo stesso mezzo in pari circostanze resiste a proporzione della quantità, che si muove di luogo; e questa quantità debb' essere misurata dalla superficie anteriore del corpo, che in esso mezzo si muove, e dallo spazio, che se gli fa trascorrere. Se io divido l' acqua, o l' aria colla palma della mano, ad ogni momento ne traporto in maggior quantità, che se la dividessi in tempo eguale solamente colla mano in taglio; e trovo eziandio più di resistenza.

La massa di quella porzione del mezzo, che si dee traportare, essendo determinata dalla sua densità, e dalla grandezza della superficie solida, che la spigne, debb' essere pure determinata dalla velocità del mobile; e si capisce bene, che se io fo muovere la mia mano nell' acqua colla lunghezza di due piedi in un secondo, smuovo, e traporto una maggior quantità di fluido, che se in un tempo eguale la mia mano avesse solo trascorso uno spazio d' un piede. Ora una quantità maggiore d' acqua fa una massa maggiore, che resiste più; e l' inerzia s' oppone ad una maggiore velocità, siccome si è opposta al primo grado, il quale si è fatto prendere al fluido, che cede. Le sperienze seguenti serviranno di prove, che per ciò asserito abbiamo circa la resistenza de' mezzi; e finiranno di dilucidare quanto ne abbiamo detto.

PRI-

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si è divisa in due parti eguali una spezie di cassa, o doccione, mercè d' un tramezzo, che stendesi da un capo all' altro, per metterè l' acqua da una parte, e lasciar l' altra piena d' aria solamente. Una doppia forca, che alzasi sul mezzo della chiusura, sospende due verghe, o funi della stessa lunghezza, alle cui estremità sono attaccate due palle di metallo, pari di peso, e di volume, e che possono, dacchè mettonsi in moto, andare, e tornare ciascuna nella parte del doccione, alla quale corrisponde. Vedi la *Fig.* 4.

EFFETTI.

Partendo le due palle nello stesso tempo con eguali quantità di moto, quella, che si muove nell' acqua, perde tutta la sua velocità in quattro, o in cinque secondi; dove al contrario l' altra, che brancola nella parte della cassa, la quale sola aria contiene, conserva per lunga pezza la sua velocità, e non la perde intieramente, se non dopo un grandissimo numero di vibrazioni.

SPIEGAZIONI.

Le due palle essendo dell' istesso metallo, ed avendo volumi eguali, come si è supposto, hanno necessariamente masse eguali; e quando cominciano a descrivere archi simili su i capi delle due verghe di eguali lunghezze, le loro velocità sono parimente simili, come appresso faremo vedere. Poichè dunque il moto si misura dalla massa, e dalla velocità, le due palle della nostra Esperienza cominciano a muoversi con pari quantità di moto. Nel primo istante ciascuna di esse smuove, e traporta un egual volume di fluido, nel quale ella si muove; ma il volume d' acqua traportato da F è

cir-

circa 800 volte più denso, che l'aria sospinta da G. Questi due mobili hanno dunque spiegate le loro forze sopra resistenze molto ineguali; poichè sono in relazione di 1 con 800; quindi è, che la palla F non ha potuto passar oltre senz' avere consumato della sua forza una parte eguale 800 volte a quella, che la palla G ha perduto della sua. Quello, che fassi nel primo istante, ricomincia nel susseguente; e le velocità de' due mobili scemano così con una differenza appresso a poco proporzionale a quella dei mezzi, sin a tanto che l'uno, e l'altro sieno intieramente ridotti alla quiete.

APPLICAZIONI.

Il Sig. Newton ha dimostrato, che un corpo sferico, il quale si muove in mezzo tranquillo, e d'una densità eguale alla sua, perde la metà del suo moto prima di aver trascorso uno spazio eguale in lunghezza a due de' suoi diametri. Si richiamino quì alla memoria que' principj, che posti abbiamo di sopra, o che coll'Esperienza precedente abbiamo confermati: sarà facile capire, come sottomettere si può ad un calcolo esatto la resistenza d'un fluido al moto d'un corpo solido, che è tuffato nel medesimo. Imperocchè supponete, che sia una palla d'oro, la quale muovasi in linea retta nell'acqua: quello, ch'ella smuove, e traporta, equivale ad un cilindro, la cui base ha per diametro quello della palla, e per asse la linea descritta dal suo centro. Si sa, qual è la mutua proporzione delle densità dell'oro, e dell'acqua: si sa pure, qual è la relazione d'una palla con un cilindro, d'un dato diametro, e d'una data altezza. Tutte queste qualità essendo dunque note, giudicare si può della resistenza, che l'acqua oppone alla palla, mentr'ella trascorre il tale, o il tale

spazio; e paragonando ciò, ch'ella ha perduto, con ciò, ch'ella aveva cominciando a moversi, si può giudicare di ciò, che glie ne resta.

Detto già abbiamo, che per calcolare la resistenza de' fluidi, conveniva avere altresì riguardo alla velocità del mobile. Non vi ha mezzo sì divisibile, che non dimandi un tempo finito per cedere. Ordinariamente ci pare essere molto breve un cotal tempo; perchè le velocità, che impieghiamo per dividerli, non sono molto grandi; e la comparazione, che facciamo del tempo impiegato contro di essi, con quello, col quale ubbidiscono, ci fa giudicare così; ma questo giudizio lo deponiamo, tosto che si considerano certi effetti, i quali non si possono spiegare se non supponendo, non essersi dato al fluido il tempo di cedere. Perchè, esempigrazia, i colpi de' remi fanno andare innanzi una barca? E perchè la fanno andare innanzi tanto più presto, quanto eglino sono più pronti, e più frequenti? La cagione si è, perchè quando si percuote l'acqua più presto di quel, ch'ella ceder possa, diviene per tal lentezza nell' ubbidire il punto d'appoggio d'una lieva, che il barcajuolo fa operare. I pesci colle loro code fanno ciò, che il barcajuolo fa co' suoi remi; il nuotatore colle sue braccia, e colle sue gambe; gli uccelli acquatici co' loro piedi; i quali per tal uopo sono conformati in modo, che atti si rendono a spignere un gran volume d' acqua.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

HI, *Figura* 5. rappresenta un movimento di ruote, o ordigni da orivolo, il moderatore del qual movimento è un ritenitojo a due ali 1, 2: si stringe la molla con una chiave; ed il pezzo

K è una lieva, che muovesi da sinistra a destra, e da destra a sinistra, per far giocare le ruote, e per fermarle. Ponesi questo strumento sulla piastretta della macchina pneumatica, che rappresentata abbiamo intera nella *Fig.* 1. della *Seconda Lezione*, e cuopresi d'un recipiente di vetro corredato nella sommità di un fusto di metallo L, che passa a traverso d'un girello di rame pieno di cuoj grossi, e col quale si può menare la lieva K, senza lasciar rientrare l'aria, quando si è fatto il vacuo nel recipiente. Vedi la *Fig.* 9.

EFFETTI.

Quando si fanno giocare le ruote nel vacuo, ognuno s'accorge dalla frequenza de' colpi de' martelli, che battono sul campanello, che il moto delle ruote è molto più libero, che quando il recipiente è pieno d'un'aria simile a quella dell'atmosfera.

SPIEGAZIONI.

Ciò, che chiamasi comunemente *Vacuo Boileano*, non è altro, che uno spazio, in cui l'aria s'è rarefatta, quanto mai è possibile, col mezzo della macchina pneumatica, che il Boile Filosofo Inglese ha molto perfezionata; ma noi mostreremo (e tutti i Fisici ne sono d'accordo) che questo vacuo è un mezzo men denso di quello, nel quale veggiamo moversi i più dei corpi. Nell'uno, e nell'altro di questi due mezzi, cioè nell'aria ordinaria, e nell'aria rarefatta le ruote non hanno un'intera libertà, perchè indipendentemente dalle altre cagioni, il ritenitojo ha sempre qualche resistenza da vincere, per muoversi nel fluido, che lo attornia. La resistenza di questo fluido è proporzionale alle di lui densità; e per tal cagione in un'aria men densa il moderatore men rattenuto anch'egli la-

scia alle ruote maggior libertà, e rende più frequenti i colpi de' martelli.

APPLICAZIONI.

Da questa Esperienza si vede, che l'aria è un mezzo resistente, il quale opera verso i corpi in moto, come tutti gli altri fluidi; se non che, essendo ella molto men densa, che la maggior parte di loro, resiste meno in pari circostanze; laonde per trovare un punto d'appoggio nella sua resistenza, come abbiamo veduto, ch' egli si trova nella resistenza dell'acqua, bisogna percuoterla con molto più di velocità; ovvero sospignerne un maggior volume nell'istesso tempo. Gli uccelli si sollevano, si sostengono, e fanno de' lunghi tragitti nell'aria, malgrado il peso del loro corpo, ch' eccede sempre considerabilmente il peso del mezzo, che occupano. Quelli, che volano lunga pezza, e assai lontano, come le rondini, gli uccelli da preda, parecchi acquatici ec. hanno ordinariamente poco corpo, molte piume, ed ali grandi; quelli al contrario, che hanno un volo più corto, o men frequente, hanno d'ordinario più carne, ed ali più piccole a proporzione. Ma se vi si pon mente, s' osserverà, che questi battono con più di prontezza, che gli altri, volando; le passere, i fringuelli, i cardellini, i fanelli, ec. volano quasi per salti, e non si reggono nella stessa direzione per lungo tempo; le loro ali non possono sollevare, e sostenere il corpo, se non per brevissimo tratto, e con una velocità, alla quale subito mancano: mentre posano per ricominciare, il loro peso li guadagna, e fa loro perdere una parte dell'elevazione acquistata precedentemente; per lo che il loro volo non è, che una serie di slanci.

Vi ha degli uccelli, che si sostengono per qualche tempo nella stessa altezza, senza che pajano

so mover l'ali (che noi diremmo *bilanciarsi*); ma si dee supporre, che in realtà le muovano; cosicchè però non si giugne per la distanza ad accorgersi delle loro vibrazioni: tant'elleno sono corte, e pronte. La gran prestezza di cotesto moto può supplire per qualche spazio di tempo a battimenti più aperti; ed in fatti si osserva, che gli uccelli, i quali si bilanciano, sono sforzati di quando in quando a poggiare di nuovo con un volo ordinario all'altezza, che hanno insensibilmente perduta, e dar posa, dirò così, per mezzo di movimenti più lenti, e più distesi a que' muscoli, de' quali è stata troppo tesa la molla nel tempo delle corte, e spesse vibrazioni.

Quindi si vede, perchè gli uccelli domestici, o quelli, che molto s'ingrassano in certe stagioni, volano sì poco, o sì male: A misura che crescono di corpo, bisognerebbe pure, che diveniffero più grandi le loro ali, per abbracciare maggior volume d'aria; o che le loro forze crescessero a proporzione, per adoprare l'ali medesime con più prestezza; ma il grado di forza, e la conformazione in cadauna specie non sono variabili, come la mole del corpo.

Si paragoni presentemente il peso d'un uomo con la forza, che gli sarebbe di mestieri avere nelle braccia, per muovere ali d'una grandezza proporzionata alla sua massa, con una velocità bastante a sostenerlo in aria; e si vedrà, quanto pazzi sieno stati coloro, che hanno cercato le maniere di volare, e le hanno tenute per possibili. Sarebbe vano l'immaginarsi, che d'altro non fosse d'uopo, se non di destrezza, e di esercizio; ci sarebbe quì facile mostrare, che le braccia d'un robustissimo uomo non sono capaci d'uno sforzo continuato, il quale produr potesse un simile effetto;

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

L'instrumento rappresentato dalla *Figura* 7. è un mulinello doppio, le cui ali sono in ciascuno d'egual numero, d'egual peso, e d'egual larghezza, e lunghezza; con questa differenza, che in uno il piano di ciascun'ala può inclinarsi all'asse, come si vuole: uno stesso ordegno, che si dispiega, abbassando un bottone, che vedesi in M, spigne egualmente due piccole aste N N, che sono fissate ne' mezzi de' mulinelli; così ubbidendo ambedue a questa impulsione comune, principiano a moversi con velocità eguali.

EFFETTI.

Se tutte le ali de' mulinelli sono in posizioni simili relativamente ai loro assi: per esempio, se nell'uno, e nell'altro il piano d'ogni ala è parallelo all'asse comune, il movimento impresso dalla molla dura egualmente in entrambi; fanno un egual numero di giri, e finiscono insieme di muoversi. Se per lo contrario nell'uno de' due mulinelli la larghezza delle ali cade sull'asse ad angoli retti; o (il che è la stessa cosa) se i loro piani si trovano tutti in lui d'uno stesso circolo, allora la stessa impulsione fa girare questo più velocemente, e molto più lungo tempo dell'altro.

SPIEGAZIONI.

Nel primo caso dell'Esperienza descritta, le ali di ciascun mulinello presentansi di faccia al mezzo comune, che hanno a sospignere per moversi; oltre di che non differiscono tra loro in veruna circostanza, come si suppone: dunque provano nello stesso tempo resistenze eguali; e per conseguenza perdono pari quantità di forze negl'istanti istessi; quando in somma la velocità manca affatto

ad

ad uno de' due mulinelli, ella dee parimente mancare all'altro. Tutto all'opposto nel caso secondo: l'uno de' due mulinelli presenta le sue ali di taglio; in tal posizione diventano, come due lamine, che facilmente dividono l'aria, e che provano molto minore opposizione della loro parte; perciocchè è molto minore il volume, che hanno da smuovere; quello perciò, che in tempi eguali perde meno la sua forza, dee girare più presto, e più lungo tempo, che l'altro.

APPLICAZIONI.

Quest'ultima Esperienza fa vedere, che una stessa massa può provare resistenze differenti nello stesso mezzo, secondo ch'ella gli presenta direttamente una maggiore, od una minore superficie. Il barcajuolo adopera il suo remo di piatto, quando cerca un punto d'appoggio nella resistenza dell'acqua; ma l'alza su di taglio per faticar meno, quando s'accinge a ricominciare.

Per la stessa ragione un corpo conserva ordinariamente meglio il suo moto, quando è intero, che quando è diviso, imperciocchè la divisione moltiplica le superficie; e per conseguenza la resistenza del mezzo. Quando un'oncia di piombo esce da un archibugio, sotto qualsivoglia quantità di superficie, l'impulsione della polvere, che determina la sua velocità, è la stessa; pure ognuno sa, che una palla è portata sempre molto più lungi, che una egual quantità di piombo non in forma di palla, ma in grani: il divario proviene dalla resistenza dell'aria, che opera in ragione delle superficie; imperocchè ogni granello di piombo, come anche la palla, presenta sempre all'aria da sè divisa, la metà dalla sua superficie sferica; e, a pesi uguali, la somma delle piccole superficie emisferiche di

piombo in grani eccede assai quella di una sola palla.

Siccome spesse volte addiviene, che non si calcoli, quanto basta, la resistenza del mezzo; così nè più nè meno il pregiudizio è cagione talora, che le si attribuisca più del dovere. Chi è, che non abbia sentito dire, per esempio, che un' archibugiata, la quale passa sopra di un' acqua, o che traversa da una riva all' altra d' un fiume, o d' un stagno, non porta il piombo così lontano, come altrove? La ragione, che se ne dà con dire, che il vapore dell' acqua ispessisce l' aria, ha bensì qualche verisimiglianza; ma è una ragione vantata con eccesso, allorchè si attribuiscono effetti sensibili a questo preteso ispessimento dell' aria. L' Esperienza precedente ha fatto vedere, che non varia notabilmente la sua resistenza, se non per le differenze notabili introdotte nella sua densità; ed ho imparato da molte prove fatte più, e più volte accuratamente, che il fatto, che quì mentoviamo, è una esagerazione. Se qualcuno s' è accorto di non cogliere gli oggetti stando sull' acqua, come quando si scarica l'arme da fuoco altrove, egli è ciò provenuto dall' essersi ingannato nella distanza, che sempre minore ci sembra, quando vediamo una troppo uniforme estensione, e non troviamo quivi oggetti, che ci ajutino a stimarla. Il perchè non sarebbe da stupirsi, che s' avesse mancato d' ammazzare lungi 60 passi un uccello, a cui credevasi d' aver tirato in distanza di cinquanta; ma la densità del mezzo accresciuta dal vapore dell' acqua poco avrebbe di parte in questo effetto.

Sino ad ora noi abbiamo considerato il mezzo, come tranquillo; ma s'egli è agitato, la sua resistenza sarà cresciuta, o diminuita dal suo pro-

proprio moto. Il pesce, che va a contraria d'un fiume, ha da vincere due resistenze: l'una è il moto dell'acqua, la cui direzione è opposta alla sua; l'altra è l'inerzia del volume, al quale egli corrisponde, e cui dee smuovere, e traportare nè più, nè meno, che in un'acqua ferma. Un uomo, che cammina contro il vento, ha a fare lo stesso, che il pesce; e per questa ragione, quando si fa muovere un corpo contro la direzione d'un fluido, il cui moto è rapido, si scema il suo volume, quanto è possibile, per render meno gagliarda la forza della corrente. Un vascello, che ha il vento contrario, piega le sue vele; ed in simil caso il Barcajuolo fa sedere quelli, ch'egli tragitta nella sua barca da una riva all'altra del fiume.

Se il mobile, ed il fluido, che gli serve di mezzo, si muovono tutti e due nella stessa direzione, od hanno velocità eguali, o l'un de' due ne ha più, che l'altro; nel primo caso, la resistenza del mezzo è nulla; tal è il moto d'un pesce, che segue precisamente il corso dell'acqua: nel secondo caso, quello, che ha più di velocità, ne comunica all'altro a costo della propria. Una palla di cannone, che parte coll'istessa direzione del vento, non trova nell'aria tanta resistenza, quanta ne soffrirebbe in un tempo di calma; ma però ch'ella va più veloce del vento, convien sempre, ch'ella s'apra una strada in cotesto mezzo, che le scappa davanti con troppa lentezza. Se si conoscerà per le regole, che abbiamo poste, qual sia la resistenza d'un mezzo tranquillo, e in quiete, si conoscerà parimente, quanto s'aggiunga, o si scemi a questa resistenza da un dato grado della sua velocità favorevole, o contraria.

ARTICOLO II.

Della resistenza degli sfregamenti.

PER ben concepire, che cosa sia *sfregamento*, è da osservare, che la superficie de' corpi d' ogni fatta non è mai perfettamente eguale, e liscia: quand' anche si supponesse, che tutte le parti solide, che la compongono, sono puntualmente nello stesso piano (e quando mai ciò si trova?) i pori, che le separano, ci costrignerebbono nondimeno a considerare questa superficie, come un adunamento di piccole eminenze, e di piccole cavità. Supponiamo, che due piani, o superficie di questa specie si tocchino in tutta la loro estensione, le parti alte dell' una entreranno nelle cave dell' altra, come a un di presso succede a un rotolo, o coscinetto di velluto, che si pone sopra un tapeto dello stesso drappo; ovvero, se si tratta d' un corpo solido, che immergasi in un liquido, questo in conseguenza della tenuità, e della fluidità delle sue parti s' inserisce, o si getta puntualmente in tutte le cavità dell'altro, come si può osservare dall' umidità, che vi veggiamo, quando n' esce fuori.

Se vuolsi far ora scorrere un corpo sulla superficie d' un altro, ciò potrassi eseguire in due maniere differenti, che importa distinguer bene. Primo, applicando successivamente le stesse parti dell' uno a differenti parti dell' altro, come quando si fa sdrucciolare un libro sopra una tavola; e chiameremo questo sfregamento *della prima specie*. Secondo, facendo successivamente toccare differenti parti d' una superficie a differenti parti d'un' altra: come quando si fa rotolare una palla sopra un trucco; e questo sfregamento lo nomineremo *della seconda specie*.

Nel

Nel primo caso, il moto, che si fa fare a quel de' due corpi, che passa sopra l'altro, ha una direzione perpendicolare a quella, secondo la quale le parti delle superficie sono reciprocamente ingaggiate. Imperocchè secondo la nostra supposizione, la superficie, che si fa sdrucciolare orizzontalmente, è quella d'un corpo grave, che dal suo peso è verticalmente applicato sulla tavola; e questa specie di sfregamento è cagione bene spesso della rottura di quelle piccole eminenze, che formano l'inegualità delle superficie; come si può osservare dalla polvere, che si fa provenire da due marmi, o da due pezzi di legno spianati, i quali si fregano l'un sull'altro con un po' di asprezza.

Nel secondo caso, queste stesse parti ingaggiate lasciansi, o staccansi appresso poco, come i denti di due ruote d'oriuolo si disincastrano, e scattano, scorrendo l'uno sull'altro: se accade, che stentino a lasciarsi, ciò nasce, perchè vi ha disproporzione tra le parti sporgenti, ed i vuoti, che le ricevono; ma quest'ultima specie di sfregamento non è mai così efficace, come l'altra per rallentare il moto.

L'uso di trattenere con barra di ferro, o di legno le ruote de' carri nelle rapide discese, ci porge un esempio familiare de' varj effetti, che producono le accennate due sorte di sfregamenti. Quando si teme, che una carrozza, od una carretta precipiti andando giù troppo presto, s'impediscono le ruote sì, che non girino sul loro asse: allora lo stesso punto della circonferenza si strascina successivamente sopra una serie di punti presi sul terreno: questo è uno strofinamento della prima specie, che resiste notabilmente al moto del carro. Non è così, quando ogni

ruo-

ruota gira al solito sopra il suo asse: allora ella si dispiega, o svolge sopra le differenti parti del piano, che ha da trascorrere: il suo sfregamento, quanto alla sua circonferenza, non è, che della seconda specie; ed il suo moto molto più libero, troppo il sarebbe, se si trovasse ancora favorito da una china precipitosa.

Non è così facile il calcolare la resistenza, che proviene dagli sfregamenti, come quella de' mezzi considerati relativamente alla loro densità, al volume, ed alla velocità del mobile, che li sospigne. Il passar successivo d' una superficie sopra un' altra è tanto più ritardato, quanto più d' inegualità hanno entrambe: ma questo *più*, o questo *meno* varia in infinito, non solamente per la natura de' corpi, ma ancora per lo grado di perfezione, che ricever possono dall' arte. Un Artefice non può mai dire d' aver piallati egualmente due pezzi dello stesso legno; d' aver lisciati e puliti due pezzi dello stesso metallo, della stessa pietra ec. e quando avesse una regola certa per assicurarsene, non si potrebbe ancora star mallevadori della costanza d'un tale stato: tutte le materie si logorano, e s' alterano a poco a poco: e questi accidenti, de' quali non si può calcolare il valore, aumentano talvolta, e più spesso diminuiscono il forbito, e liscio delle superficie.

Le altre quantità, ch' entrano nel calcolo degli sfregamenti, la grandezza delle superficie, la pressione ch' elleno hanno l' una sopra l'altra, il loro grado di velocità sono cose più facili da misurare; ma essendo il loro valore relativo allo stato attuale delle superficie, resta sempre molta incertezza nella stima delle resistenze, che ne risultano. Si suol contentarsi d'un appresso poco, che bene spesso non l'è: con supporre, che un terzo della po-

ten-

tenza, o del moto impresso ad una macchina impiegasi in vincere gli sfregamenti; ma ben si vede, doversi ciò intendere d' una macchina in grande; e che molto esser vi debbe di varietà, secondo il suo grado di semplicità, e secondo la perfezione de' pezzi, che la compongono.

Alcuni Fisici (*a*) hanno preteso, che la grandezza delle superficie in niun modo entrasse nello sfregamento; e che solo aver si dovea riguardo al grado di pressione. " Un corpo, dicono, " il quale ha più larghezza, che grossezza, non " dee far più di resistenza, quando è trascinato " sulla sua maggior superficie, che quando egli " sdrucciola, o sfrega col lato più stretto; per- " chè la pressione, che viene dal suo peso, es- " sendo nell' uno e nell' altro caso la stessa, se " nel primo vi sono più parti impacciate, lo so- " no meno profondamente, che nel secondo.

Questo ragionamento, che solo non conchiuderebbe, ed al quale si possono opporne molti altri (*b*), è stato convalidato da alcune esperienze ingegnosissime, e in apparenza favorevoli all'opinione, che s' è poc' anzi esposta; ma in una materia, come questa, ove non si può trar conseguenze dal particolare al generale, bisogna regolarsi sopra quel, che succede più ordinariamente. Prove replicate m' hanno quasi sempre fatto vedere; come pure al Sig. Muschenbroek, il quale molte ne ha fatte in questo genere, che conveniva contare le superficie per qualche cosa; per molto meno però, che le pressioni: in quanto poi alle proporzioni dell' une, e dell' altre cogli effetti, non ho tro-

(*a*) M. Amontons Hist. de l'Acad. des Scienc. 1699. p. 104. Exp. de M. de la Hire ibid.

(*b*) Vedi l'Hist. de l'Acad. des Scienc. 1703. p. 108.

trovato nulla di costante per poterne fare il fondamento d'una esatta teoria.

Oltre la pressione, e la grandezza delle superficie debbesi ancor far entrare la velocità nel calcolo degli sfregamenti; imperocchè provenendo questa sorta di resistenza dalle parti impacciate, che convien rompere, e che non si può disimpegnare, se non facendo cedere la pressione, che tiene le superficie applicate l'una all'altra; è evidente, che la somma delle resistenze debb'essere tanto più grande, quanto il corpo, che frega, averà più strada da fare in un dato tempo; perchè allora bisogna, che le parti impacciate si rompano in maggior numero, o si sviluppino più frequentemente.

Ma è cosa notabilissima, che questa aumentazione di resistenza, la quale nasce dalla velocità, con cui si fanno strofinare le superficie, ha i suoi limiti, al di là de' quali si può accelerare il moto, senza che gli strofinamenti ne diventino più considerabili; perciò si può dire in qualche maniera, che aumentando la cagione non s'aumenta più il suo effetto: paradosso, che merita d'essere spiegato.

Supponiamo, che D E, ed F G, *Fig.* 8. rappresentino due superficie di corpi duri, le cui ineguaglianze insensibili sieno inserite l'une nell'altre; la pressione, che le unisce, operi nella direzione A B, perpendicolare a quella del moto, il quale fa sdrucciolare questi due corpi l'un sopra l'altro. Già si vede, che il corpo, ch'è di sopra, non può muoversi secondo la direzione B C, se le sue parti più elevate *e*, *f*, *g*, *h*, non si sviluppano dalle cavità, nelle quali sono affondate; il che non si può fare, se non a misura che il corpo intiero D E solleverassi contro lo sforzo della pressione. Se questa pressione è tanta, che faccia ricadere coteste parti ingaggiate nelle cavità, che immediata-

men-

mente susseguono a quelle, che hanno lasciate; vale a dire, che la parte, *e*, uscendo della prima cavità ricada nella seconda, nella terza ec. è visibile, che lo sforzo, che sarà mestieri di fare per sollevare il corpo D E; o (il che è la stessa cosa) per disgiungere, e disgomberare le parti, tante volte si ripeterà, quante di queste piccole elevazioni ci sono nella superficie F G; e quanto più procederà nel suo cammino in un dato tempo il corpo sfregante sopra quello, al quale è applicato, tanto più averan luogo questi sollevamenti, e queste ricadute: così la resistenza degli sfregamenti cresce per la velocità, fino a tanto che questa velocità non impedisce, che le parti alte d'una superficie s'annicchino successivamente in tutte le parti basse dell'altra nel modo, che abbiamo esposto.

Ma può accadere, che il moto, il quale si fa secondo la direzione B C, sia sì rapido, che quando le parti sporgenti *e*, *f*, *g*, *h*, sono state disimpedite, sieno trascinate da una considerabile quantità, avanti che la pressione le impedisca, o ingomberi di nuovo; che la parte *e*, per esempio, avendo lasciata la prima cavità della superficie F G, in luogo di ricadere nella seconda sia trasportata fino alla terza, o fino alla quarta; ed allora si concepisce facilmente, che il corpo sfregante D E potrà trascorrere due, ovver tre volte altrettanto di superficie sopra F G, senza che le sue parti vi sieno più frequentemente intricate.

Le Sperienze, che io son per addurre, faranno vedere ciò, che m'è paruto scorgere d'invariabile negli sfregamenti. Primo, che lo sfregamento della prima specie fa molto più di resistenza, che quello della seconda. Secondo, che lo stroppicciamento cresce per lo crescere della superficie: tutte l'altre cose pari. Terzo, che la pressione fa

fa crescere altresì la resistenza dello sfregamento di qualunque specie, che sia. Quarto, che a proporzioni eguali la resistenza degli sfregamenti cresce più considerabilmente per le pressioni, che per le superficie.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 9. rappresenta un istrumento composto, 1. primo di quattro ruotoli, o cerchielli, 1, 2, 3, 4, sospesi da sottilissimi perni in due doppie basi PP; 2. di un altro ruotolo più grande, che i precedenti, e il cui asse OO ha in tutta la sua lunghezza in circa due linee, e mezzo di diametro, e si termina da due perni di acciajo, che scorrono in due viti QQ, forate per lungo, ovvero sulle due intersezioni dei due paja di ruotoli; una molla spirale attaccata da una parte all' una delle doppie basi; dall'altra all' asse di quest' ultimo ruotolo lo fa girare alternativamente per due versi: contasi la durata del moto del ruotolo dal numero delle vibrazioni della molla: 3. d'un pezzo R, rappresentato di per sè nella *Fig.* 10, che posa sull' asse del ruotolo, ora per mezzo d' una superficie *s*, ora per mezzo di altre due *t t*, simili a *s*; e all' estremità del quale s'attaccano uno, o più piccioli pesi, per aumentare la pressione sull' asse. Quando si tende la molla, s' avanza la lieva V, per sostenere una delle quattro traverse del ruotolo grande, affine di essere certi del grado di tensione, e per allentarla con aggiustatezza.

Si mettono da prima i perni del ruotolo ne' fori delle viti QQ, e poscia si fanno riposare sulle intersezioni de' ruotoli, senza caricar l'asse del pezzo R: nell'una, e nell'altra prova si avvertisce, che la molla sia tesa egualmente.

La

Lasciata che si è libera la molla, se nel primo caso si sono contate 26. o 30. vibrazioni avanti che il moto cessi affatto; nel secondo se ne contano incirca 400. ciascuna delle quali dura quasi un secondo.

SPIEGAZIONI.

L' Esperienza precedente considerata ne' due fatti, ch' ella rende certi, prova visibilmente, che gli sfregamenti di qualunque specie, che sieno, distruggono il moto, mercè d' una resistenza, che non differisce, se non dal più al meno. Ma ella fa ad un tratto vedere, che delle due specie di sfregamenti, che abbiamo distinte, la prima ha degli effetti più considerabili, che l' altra. Quando i perni girano nelle viti forate, egli è uno sfregamento della prima specie: tutta la loro superficie cilindrica passa successivamente sulla parte inferiore di ciascuno de' fori: quando al contrario questi stessi perni fanno girare col loro moto i ruotoli, che li portano, allora non è, che uno sfregamento della seconda specie; imperocchè allora la circonferenza degli uni non fa altro, che svilupparsi sopra quella degli altri: la parte, che ha toccato, non tocca più nel momento appresso; e quella, che la precede, gli serve di punto d' appoggio per disimpegnarsi secondo una direzione favorevole; come il dente d' una ruota, che comincia a inalzare il pignone, ajuta a disincastrare il dente, che s' era inserito prima di lui.

APPLICAZIONI.

Cosa assaissimo comune sono gli effetti dello sfregamento: vi ci abbattiamo da per tutto, e si può dir in generale, ch' egli è la principal cagione delle alterazioni, e del guastamento, o ruina, che osserviamo in tutti i lavori dell' arte; e massimamen-

te in quelli, ne' quali facciamo un uso frequente. Le vesti, le suppellettili, le gioje, gli strumenti, ec. durano solo un certo tempo; perchè gli sfregamenti, ai quali sono di continuo esposti, mutano insensibilmente le superficie, e le forme, e fanno lor perdere le qualità, che da quelle dipendono. Le materie anche più dure, e più solide non reggono con un lungo uso senza dar segni di diminuzione: un rasojo, un coltello, una acetta perdono in breve tempo il filo del loro taglio. Il vomere d' un aratro abbisogna d' essere di quando in quando ristorato; ed il cavallo, il cui piè sdrucciola sul pavimento, vi lascia un' orma, in cui gli occhi meno attenti scorgono benissimo le parti del suo ferro, che lo sfregamento vi ha impresse. Ma essendo che nulla nell' Universo s' annienta, tutte coteste particelle distaccate dalle loro masse si mescolano con materie diverse, nelle quali ritrovansi, quando meno si pensa. De' buoni Fisici sono rimasi maravigliati in trovare del ferro nell' argilla, e nella cenere delle piante; perchè non fecero bastante attenzione alla prodigiosa divisibilità de' metalli in generale; ed in particolare alla dispersione continua, che succede delle parti del ferro, sì dagli istrumenti, che s' adoprano in lavorare la terra; come da un' infinità d' altri usi, che lo mettono in istato d' essere sparso per tutto. Altri Fisici più attenti a questa grande, e continua consumazione de' lavori di ferro, hanno ravvisate delle parti di questo metallo nel fango delle gran Città; e gli hanno attribuito il color nero, che hanno, e del quale il ferro è probabilmente la cagione. Se l' oro fosse così triviale, e in uso, come il ferro, non dubitiamo, che egli s' incontrerebbe nè più nè meno in tutte le materie, ove si volesse cercarlo con diligenza; ma colui, che trovato l' avesse in qualun-

que

que si voglia luogo, averebb' egli forse diritto, e ragione di dire, che ha fatto dell' oro? Niente più egli avrebbe (a creder mio) ragione di ciò dire di quel che n' abbia colui, il quale trovi del ferro nella cenere, di vantarsi d' aver fatto del ferro. Tra tutti que' famosi *Adepti*, che hanno arricchito il mondo delle loro promesse, se si è trovato qualche facitor d' oro, che sinceramente credesse d' esser tale, è da dire in sostanza, aver egli per avventura in un gran numero di materie passate nel crogiuolo trovato qualche particella d' oro, la quale altro non doveva all' operazione dell' artefice, se non d' averla separata dai corpi stranieri in cui era nascosa. Far dell' oro in questa guisa mi pare una cosa possibile; ma dubito gran fatto, che se ne facesse mai abbastanza per pagar solo la spesa del carbone.

Se gli sfregamenti nuocono in molte occasioni, in moltissime altre possiamo far sì nulla di meno, che ci giovino: le arti hanno saputo volgere a loro profitto fin le cose, che pajono opposte al loro progresso. Una lima non è altro, che una superficie renduta scabra a bella posta, e piena di punte taglienti: il suo strofinamento sulle materie più dure, è un mezzo comodissimo di figurarle a suo talento con diminuirne opportunamente, e regolatamente il volume; però quest' ordigno è in uso in un gran numero di mestieri. L' intelligente artefice, che l' impiega, cava dallo stesso mezzo diversi vantaggi secondo le modificazioni, che ci mette. Ora per guadagnar tempo, fa operare la lima, la cui asprezza esige più di forza dalla parte sua; ora la sceglie di taglio più fino, per addolcire quel, che la prima ha sol digrossato; e finalmente quando la più dilicata delle sue lime non lo è abbastanza, la stroppiccia con olio, il quale ritiene le parti del metallo, a misura che si distaccano;

con tal mezzo le piccole cavità dell' ordigno si riempiono in guisa, che le sue punte ne diventan più corte, e men ruvida la superficie.

Quello, che diciamo delle lime, debbe intendersi delle molle, e d' altre pietre da aguzzare, che soltanto ne differiscono, quanto all' effetto dello sfregamento, nella maggiore durezza.

I compassi, e generalmente tutti gli strumenti con cerniera, che hanno a stare aperti, o chiusi a gradi differenti, tengono per l' ordinario questa proprietà d' uno sfregamento eguale; e guadagnasi molto tempo nell' uso, che se ne fa; quando non si è costretto di fissarli con altri mezzi; come quando si fermano con delle viti, o in altro modo.

Si diminuisce la resistenza degli sfregamenti, intonacando le superficie con qualche fluido, o con qualche materia grassa. Si stropiccia con sapone gli orli d' una scatola, il cui coperchio strigne troppo; si mette dell' olio nelle cerniere per farle meglio giocare; s' unge di grasso il mozzo d' una ruota; e tutti questi sono altrettanti modi, per li quali altro non si fa, ch' empiere l' inegualità più grossiere delle superficie, onde queste rendonsi più liscie, e più atte a sdrucciolare l' una sopra l' altra. Oltre di che le parti di tali fluidi, o di tali corpi grassi interposti cambiano la specie dello sfregamento: e' sono come piccioli globetti, che scorrono tra le superficie, che servono loro di veicolo comune, e che fanno in picciolo ciò, che veggiamo in maniera più sensibile, quando mettonsi de' rotoli sotto una pietra, o sotto una trave per agevolarne il trasporto.

II. PROPOSIZIONE.

PREPARAZIONE.

Si lasciano i perni del cerchio grande sopra le interfezioni dei quattro piccoli; e si tende la mol-

la

la collo stesso grado, che nell' Esperienza precedente. Si fa posare il pezzo R sull' asse del gran cerchio per mezzo d' una sola superficie *s*, e col suo proprio peso solamente; e quindi rivolta lo stesso pezzo, per fare sporgere le due superficie *s s*, senza aumentare il peso; e si contano le vibrazioni nell' uno, e nell' altro caso.

EFFETTI.

Quando lo sfregamento si fa con una sola superficie, come nel primo caso, si contano quaranta vibrazioni: quando la superficie, che sfrega, è doppia, come nel secondo, se ne contano ventinove, e mezzo: tutte le altre cose essendo eguali, siccome si è supposto.

SPIEGAZIONI.

Le inegualità delle superficie sono la prima cagione degli sfregamenti; e perciò sembra molto probabile, che aumentando l' estensione, che sfrega, debbasi far crescere pure il numero di queste inegualità. Se si dà qualche caso, in cui ciò non succeda sensibilmente, sarà questa senza dubbio un' eccezione provegnente dalla disposizione particolare delle superficie; o pur ciò succederà allora, che s' impiegherà tanta quantità di moto, che la resistenza degli sfregamenti diverrà troppo poca cosa; e non potrà essere misurata, nè perciò comparata. Ma essendo che nelle macchine grandi, ove gli sfregamenti sono di molto maggior conseguenza, che altrove, i pezzi hanno sempre superficie molto aspre, noi crediamo, che non si debba trascurare la quantità della loro estensione. Vedesi tuttavolta dall' esperienza precedente, che la resistenza degli sfregamenti, tuttochè dipendente in parte dalla grandezza delle superficie, non la segue in tutte le sue proporzioni. Nell'uno de' due casi citati la superficie essendo doppia, non sono

gli sfregamenti raddoppiati; e sarebbe difficile, per non dir di più, il determinare la relazione di queste resistenze con una data quantità di superficie.

APPLICAZIONI.

Gli sfregamenti, considerati in ragione delle superficie, ritardano la velocità di tutti i corpi indifferentemente: l' abbiamo provato poc' anzi in ordine a' solidi; ed osservar si può, che la stessa cosa succede rispetto ai fluidi, ed ai liquori. I getti d' acqua non s' alzano mai all' altezza, a cui salir dovrebbono, riguardo alla loro quantità di moto; ed i fiumi corrono più lentamente ne' tempi delle acque basse.

L' acqua, ch' è condotta per un cannone, e che risalta nell' aria, prova per tutto dello sfregamento: la superficie interna ed immobile del cannone la ritarda da una parte, e quand' ella passa nell' aria, debbe considerarsi tuttavia quasi in un altro cannone, la cui superficie non è dall' altro diversa, fuorchè nella rarità, e nella mobilità delle sue parti.

Quantunque la superficie d' un grosso cannone sia maggiore, che quella d' un più stretto, ella è tuttavolta minore relativamente alla sua capacità; imperocchè è cosa dimostrata, che quello, il quale ha due pollici di diametro (parliamo de' cannoni, o tubi rotondi, e cilindrici), contiene quattro volte più d' acqua di quello, il cui diametro è di un solo pollice; e che la circonferenza del primo è due sole volte più grande, che quella dell' ultimo. Di qua è manifesto, che in simili cannoni lo sfregamento provegnente dalle superficie scema a misura che si aumenta la capacità; poichè se il volume d' acqua, ch' è quadruplo nel tubo più grosso, fosse contenuto in quattro simili al piccolo, corrisponderebbe a superficie, la cui som-

ſomma ſarebbe doppia di quella, che lo contiene. L'eſperienza è d'accordo affatto con queſta teoria, imperocchè più che ſi diminuiſce la capacità de' cannoni nelle trombe, negli acquedotti, nelle fontane ec. tanto più ſi trova di ritardo nella velocità dell'acque.

Per la ſteſſa ragione i fiumi ſono più rapidi nel tempo delle grandi acque: gli sfregamenti, che hanno da vincere ne' loro letti, ſono ripartiti allora ad una maſſa più conſiderabile; e s'oppongono meno per conſeguenza al moto del fluido.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Diſpoſto l'iſtromento, come nella precedente Eſperienza, biſogna, che il pezzo R ripoſi ſull'aſſe del cerchio grande colla ſuperficie *s*; ed attaccare in X il piccol peſo Y, che raddoppia la preſſione.

EFFETTI.

In queſt'ultimo caſo ſi contano ſolo 21. vibrazioni, quantunque la molla ſia ſtata teſa, come nelle prove precedenti.

SPIEGAZIONI.

Il peſo, che ſi aggiugne aumentando la preſſione, fa altresì creſcere lo sfregamento; perchè le parti delle ſuperficie, che s'incaſtrano mutuamente, affondano più addentro, e reſiſtono di vantaggio al moto, che tende a ſepararle. Da queſta ultima Eſperienza ſi vede, che una doppia preſſione fa più, che una ſuperficie accreſciuta la metà; imperocchè abbiamo veduto precedentemente, che facendo sfregare due ſuperficie in luogo d'una, il numero delle vibrazioni non è ſtato diminuito, che d'un quarto; e vediamo ora, che mettendo la preſſione doppia, ſi fanno ſol 21. vibrazioni, in

luogo di 40. il che è quasi la metà di diminuzione.

APPLICAZIONI.

Nel tempo del gran caldo, i moti delle ruote d' un oriuolo si rallentano sensibilmente; questo disordine, onde i penduli, e gli oriuoli perdono la loro accuratezza, ordinariamente proviene da molte cagioni, che concorrono all' istesso effetto. Una ve ne ha, alla quale poco si bada; ma che merita d' essere avuta in conto al par dell' altre: ella è lo sfregamento, che cresce per la pressione, a misura che i pezzi si riscaldano. Imperocchè si sa, e noi lo proveremo a suo tempo, che i metalli, egualmente che tutte l' altre materie, crescono di volume col caldo, come scemano di grandezza col freddo; dilatando la stessa cagione le piastrette, rende i fori più angusti, ed ingrossa i perni; di modo che per questo doppio effetto lo sfregamento cresce per pressione; ed il moto tanto più ne rimane sforzato, e impedito.

Un Tornitore, che assesta un pezzo di metallo tra due punte fisse, talora riman sorpreso in sentire, che il suo lavoro resiste al moto dell' archetto, dopo d' avere girato liberamente per alcuni minuti; la cagione si è, che lo sfregamento cresce per la pressione, a misura che il metallo s' allunga riscaldandosi; quindi il più pronto rimedio, ed il più in uso si è di ammollare il pezzo con un poco d' acqua per raffreddarlo.

L' utile, che si trae da diversi istrumenti analoghi alle cesoje, alle tenaglie, alle molle ec. proviene anch' egli da uno sfregamento aumentato dalla pressione.

E quì giova di fare un' offervazione; ed è, che le macchine, le quali fanno il loro effetto in piccolo, nol fanno sempre in grande, quantunque si ser-

bino

bino le ſteſſe proporzioni. Ciò proviene ordinariamente dal non ſeguire gli sfregamenti nel loro creſcimento la proporzione delle ſuperficie ſolamente; ma più toſto quella delle preſſioni, che ſpeſſo creſcono, come il peſo, o la ſolidità de' pezzi; vale a dire, per eſempio, che ſe nel modello ſi aveſſero ridotte tutte le dimenſioni al pollice per piede, coſtruendo in grande il cantiero, che aveſſe 12. piedi di lunghezza, e 6. pollici di ſquadratura, peſerebbe 1728. volte altrettanto, che il pezzo, il quale lo rappreſenta in piccolo, s' egli è dell' iſteſſa materia. Queſta conſiderazione, che non ſi può traſcurare, quando ſi è provveduto di buoni principj, fa talora giudicare in disfavor di una macchina, il cui eſito pare accertato dalla ſteſſa eſperienza.

Da tutto quello, che abbiamo detto, e provato circa la reſiſtenza de' mezzi, e degli sfregamenti, deeſi conchiudere, che nello ſtato naturale non vi può eſſere alcun moto meccanico inalterabile; 1. perchè un corpo non può muoverſi, che in uno ſpazio; e non vi ha luogo alcuno perfettamente vuoto d' ogni materia: 2. perchè un corpo, qual ch' egli ſia, non può eſeguire il ſuo movimento, fuorchè ſu qualche ſuperficie; o pur conviene ſoſpenderlo a qualche punto fiſſo, attorno del quale ſi poſſa muovere: nell' uno, e nell' altro caſo ſegue sfregamento, o ſopra il piano, o nel punto di ſoſpenſione, o nel mezzo ſteſſo. La quantità del moto, che ſe gli ſarà impreſſa, ſarà dunque neceſſariamente diminuita da queſto doppio oſtacolo; perciò biſognerebbe, per muoverſi perpetuamente, ch' egli prendeſſe ad ogni iſtante nuove forze, per riſarcir quelle, che perde; il che è contrario alla prima legge del moto, la qual vuole che un mobile

offervi coſtantemente lo ſtato, che ſe gli è fatto prendere, ſe queſto ſtato non ſi cambia per novella cagione. Quindi ſembra evidentemente dimoſtrato, che non vi può eſſere moto perpetuo meccanico nello ſtato naturale; e che quelli, i quali oſtinatamente lo cercano, e moltiplicano con queſta mira le ſpeſe, perdono il loro tempo, la fatica, e il dinaro.

Se taluno aveſſe in conto di perpetuo il moto d' un pendulo, che continua le ſue vibrazioni eguali per mezzo d' una molla, o d' un peſo, che ſi tira ſu a capo d' un certo tempo, o d' altra coſa equivalente, non intenderebbe lo ſtato della quiſtione; imperocchè trattaſi d' un moto una volta impreſſo, al quale non s' aggiunga più niente in decorſo, e che baſti a sè medeſimo per continuare. La molla, o il peſo col ſuo sforzo coſtante ripara d' ognora il grado di velocità perduto nell' iſtante anteriore; e queſto riſarcimento è un' addizione al movimento primitivo.

Coloro, che ſi laſciano ingannare coll' inſpezione d' una macchina, o da una preteſa dimoſtrazione geometrica, ſulla quale ſi fa talora fondamento per iſtabilire la ſcoperta del moto perpetuo, ſono i beffati da chi ha mala fede, e da chi ſi ſerve di paralogiſmi, a che non ſono ſoggette le perſone bene iſtruite. Il moto perpetuo è la pietra filoſofale della meccanica; ordinariamente quelli, che vi danno di petto, non ſono gran coſa iniziati in queſta ſcienza; nella guiſa che non è oggidì contraſegno di ſublime Geometra, nè di valente Chimico il porſi oſtinatamente a cercare la quadratura del circolo, o la facitura dell' oro.

LE-

LEZIONE QUARTA.

Continuazione del Ragionamento intorno alle leggi del Moto.

Delle cagioni, che mutano la direzione del Moto.

DOpo di avere insegnato nell' ultima Sezione della Lezion precedente ciò, che diminuisce senza fallo la velocità del mobile, ci rimane a far conoscere le cagioni, che cambiano la sua direzione, quando egli non conserva quello, che da principio aveva. Ma per ciò fare in un modo più intelligibile, cominceremo dallo stabilire la seconda, e la terza legge del moto semplice, sulle quali sono fondate la più parte delle cose, che abbiamo da dire circa questa materia.

Seconda Legge del Moto semplice.

Il cambiamento, che sopravviene (in più, od in meno) nel moto d' un corpo, è sempre proporzionale alla cagione, che lo produce.

In un mobile, di cui si suppone costante la massa, non vi è di variabile, se non la sua velocità, e la sua direzione: per cambiar l' una, o l' altra ci vuole una forza positiva, la quale non è nel mobile avanti il cambiamento, e cui egli non ha la facoltà di dare a se stesso. Questa forza, quand' ella opera, non può produrre, se non ciò, ond' ella è capace; quindi si può giudicare del suo valore da quello del suo effetto. Concioffiachè una lira di piombo nel piattello d' una bilancia non abbia nè più nè meno del peso d' una lira, niuno s' indurrà a pensare, che la sua azione contro l' altro piattello ecceda, o decada da un simile peso, se la bilan-

lancia è giusta ; e reciprocamente se questo secondo piatello è tenuto in equilibrio si può con tutta sicurezza conchiudere, che il peso dell'altra parte, che n'è la cagione, sia eguale ad una lira.

Terza Legge del Moto semplice:

La reazione è eguale alla compressione.

Quando un corpo in moto, o che tende a muoversi, opera sopra un altro corpo, lo comprime; e quest'ultimo esercita reciprocamente sopra di lui una compressione eguale. Quando coll'estremità di un dito io premo una lance vuota di bilancia per sollevar una libbra di piombo, ch'è nell'altra lance, avviene lo stesso, che se io ricevessi la libbra di piombo sull'estremità del mio dito per sostenerla. Che un Uomo sulla sponda tiri il suo battello a riva, o che stia nel battello per tirar la stessa corda attaccata ad un paletto sulla sponda, seguiranne l'istesso effetto; imperocchè la resistenza, o la reazione del punto fisso eguaglia l'azione di colui, che opera contro di essa.

Esaminiamo ora, come un mobile cangia direzione; e qual regola egli segua in questo cambiamento.

Quando un corpo in moto cambia direzione, ciò avviene, perchè vi è sforzato da un ostacolo; imperocchè secondo la prima Legge tende da se stesso a perseverare nel suo stato; ma questo ostacolo può essere una materia fluida, nella quale egli s'apre un passaggio; ovvero un corpo solido, che gli contrappone tutta la sua massa, a cagione della legatura delle sue parti. Una pietra gettata nell'acqua rappresenta il primo caso: una palla da giuoco lanciata contro il muro è un esempio del secondo.

PRI-

PRIMA SEZIONE.

Della direzione cambiata per occasione dell' incontro d' una materia fluida.

SE il mobile, ch' è stato determinato verso un certo punto, viene ad incontrare qualche materia fluida, o come tale, in riguardo a lui, non fa altro, che passare da un mezzo in un altro; e ordinariamente questi mezzi non sono per esso egualmente penetrabili, o a cagione della differenza delle loro densità, o per qualch' altra cagione, che quì non è tempo d' esaminare. Questo più, o meno di resistenza, ch' egli prova entrando nel nuovo mezzo, non manca di fargli lasciare la sua prima direzione, ogni volta ch' egli entra obliquamente; e questo cambiamento si nomina *refrazione*, per far intendere, che la direzione del mobile è come rotta nel luogo, dove i due mezzi si unisono. Dilucidiamo tal cosa con una figura, e con' alcuni esempj.

Supponiamo una gran doccia piena d' acqua, di cui si rappresenta un piano perpendicolare, od una porzione tagliata nella *Fig.* 1. per A B C D, ed una pietra, od altro corpo duro E, collocato nell' aria, e che viene diretto verso la superficie dell' acqua con velocità bastante per farvelo entrare, e continuare il suo motó.

A tal effetto, non si può dirigere questa pietra fuorchè in due modi; cioè per la linea perpendicolare P F; ovvero per una linea obliqua presa tra P F, e C F. Imperocch' è evidente, che s' ella seguisse C F, o la sua parallela, non entrerebbe mai nell' acqua; o (ch' è la stessa cosa) ella non cambierebbe mezzo. Se il corpo E viene alla superficie dell' acqua per la linea P F, con-

ti-

tinua a muoversi per F *p*; e la sua direzione non riceve alcun cambiamento.

Ma s'egli segue una linea obliqua, come *e*F; dacchè sarà arrivato in F, l'acqua sarà per esso un mezzo *refringente*: in vece di continuare il suo moto per F G, prenderà una nuova direzione, che sarà tra F G, ed F A, esempigrazia F H. Cioè, la pietra, o generalmente il mobile patirà refrazione; e questa refrazione l'allontanerà dalla perpendicolare immaginata F *p*, più che fatto non avrebbe, se avesse continuato a muoversi secondo la sua prima direzione.

La refrazione si farebbe per contrario verso, se il mobile passasse da un mezzo più resistente in un altro, che lo fosse meno; per esempio, se uscisse dell'acqua per entrare nell'aria; di maniera che se avesse descritto la linea H F, non continuerebbe per F K, nè per alcun'altra tra K, e C; ma la refrazione, che patirebbe in F, lo determinerebbe con una nuova direzione tra K, e P; il che l'avvicinerebbe maggiormente alla perpendicolare P F.

Per levare ogni equivoco su questa perpendicolare, che prendesi per linea di comparazione, quando si vuole esprimere, per qual verso si fa la refrazione, giova osservare, ch'ella non ha niente di comune coll'Orizzonte, se non in quanto la superficie del mezzo refringente è orizzontale; come avviene, quando è un liquido in quiete; imperocchè si tratta sempre della perpendicolare a cotesta superficie in qualunque posizione, che possa essere il mezzo, che cagiona la refrazione. Se, per esempio, in luogo di un'acqua stagnante, e quieta, qual supposta l'abbiamo, si sceglieste quella di una cascata, o d'un fiume, che avesse l'alveo molto inclinato, per lanciarvi una pietra; la perpendicolare, alla quale riferirebbesi la direzione di questo cor-

corpo, sì prima, che dopo del suo ingresso nell' acqua, sarebbe una linea inclinata all' Orizzonte: sarebbe eziandio orizzontale, se la superficie refringente fosse verticale.

La refrazione dipende dunque da due condizioni, senza l'una, o l'altra delle quali ella non ha più luogo: la prima è l'obliquità d'incidenze della parte del mobile; la seconda, che vi sia più resistenza in un mezzo, che nell' altro: proviamo in prima ciò con fatti; e procureremo poi di farne conoscere la cagione.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina, ch'è rappresentata colla *Fig.* 2. porta due piedi e mezzo sopra della sua base un piccolo cannone di rame I, per lo quale si fa cadere una palla di piombo del peso di un' oncia in circa, in un vaso di cristallo L, che ha dodici, o quattordici pollici d'altezza; e nel cui fondo s'è distesо un letto di terra argillosa, o di cera molle d'un pollice di profondità.

Avendo la palla segnato il suo luogo con questa prima caduta, ella si fa cadere la seconda volta, dopo d'aver riempito d'acqua il vaso L.

EFFETTI.

Trovasi la palla di piombo dopo la seconda caduta nello stesso nicchio, ch'ella aveva segnato cadendo la prima volta.

SPIEGAZIONI.

Appare da questa Esperienza, che la palla di piombo ha sempre conservato la sua prima direzione, tanto facendo tutto il suo moto nell'aria, quanto passando nella sua caduta dall'aria nell'acqua. Ma per qual ragione si sarebbe ella dovuta svolgere, se gli ostacoli, che ha incontrati, si so-

no

no sempre opposti egualmente da tutte le parti: se lo sforzo della sua gravità, a cui ubbidiva, non ha mai avuto da vincere, se non resistenze cedenti tutte insieme colla stessa facilità, o che la ritardavano di quantità eguali? Consideriamo questa palla ne' diversi instanti della sua caduta.

Primo: Quand' ella è tuttavia intieramente nell' aria, questo fluido, che si suppone in quiete, e d' una densità uniforme attorno del mobile, non fa, che ritardare la sua velocità; ma questa resistenza niente influisce sopra la direzione; poichè opera indifferentemente per ogni verso.

Secondo. Si può dire la stessa cosa, considerando la palla nel tempo, ch' ella è intieramente immersa nell' acqua; imperocchè la difficoltà, ch' ella trova ad aprirsi un passaggio in questo liquido, quantunque maggiore, che nell' aria, non l' impedisce dal dirizzarsi allo stesso fine: ma solamente fa, che non vi giunga coll' istessa velocità, che n' avrebbe in un mezzo men resistente.

Terzo: Finalmente se si esamina ciò, che succede mentre la palla passa dall' aria nell' acqua, ed è tuttavia parte nell' uno, e parte nell' altro di questi due mezzi, si concepirà facilmente, che questa immersione non dee mutar nulla nella sua prima direzione.

Imperocchè quando il corpo M, *Fig. 3.*, discende per la linea P*p*, tutte le parti della superficie descrivono parallele, come N T, *nt*; e la resistenza del mezzo s' esercita sopra tutto l' emisfero N O*n*. Quando egli comincia a tuffarsi, l' acqua resiste direttamente in O; ed a misura che sprofonda, le parti O S, S R, Q N, e le loro corrispondenti *Os*, *sr*, *rn*, partecipano successivamente del nuovo mezzo. Ma perocchè queste differenti parti formano piani più obbliqui

gli

gli uni, che gli altri da O fino in N, di qua; e di là, la resistenza dell' acqua nel tempo di questa mezza immersione cresce a quantità, le quali vanno sempre scemando.

In tutto questo non si scorge alcuna cagione, che debba far perdere al corpo M la sua prima direzione: in conseguenza della sua figura sferica gli ostacoli, che s' incontrano in N, in R, in S ec. sono giustamente compensati dalle resistenze, che si oppongono alle parti *n*, *r*, *s* ec. e questo equilibrio mantiene sempre il centro M nella linea P *p*. Questa Esperienza prova dunque, che l' obliquità d' incidenza dalla parte del mobile è assolutamente necessaria per la refrazione; poichè senza di essa gli continua il suo moto secondo la sua prima direzione, quantunque passi da un mezzo meno resistente in un altro più resistente.

APPLICAZIONI.

Un corpo grave, che il suo proprio peso fa cadere nell' acqua, dee trovarsi al fondo, in un luogo, che corrisponde perpendicolarmente a quello della superficie, per cui ha passato cadendo. Ma 1. bisogna per tal fine suppore, che il fluido era in quiete nel tempo della caduta. Imperocchè si sa, che ciò, che cade in un fiume, o in un torrente, è trascinato dal corso dell' acqua nello stesso tempo, che ubbidisce alla forza del suo peso. Perciò le persone, che si annegano nell' acque, che scorrono, non si trovano mai in faccia al sito, dove hanno cominciato a sparire.

2. La figura del corpo, che s' affonda in un fluido, contribuisce molto, o a fargli conservare, o a fargli perdere la sua prima direzione indipendentemente dalla refrazione; impe-

rocchè questa figura può essere tale, che cagioni delle inegualità nella resistenza dello stesso fluido. Se, per esempio, in vece di far cadere nell' acqua un corpo sferico, qual' è quello della nostra Esperienza, si adoperasse una mezza sfera, o cosa altra simile, e venisse diretta parallelamente alla sua parte piana; ne segue dalla Spiegazione data di sopra, che quest' ultimo mobile più fermato da un lato, che dall' altro, dal fluido, ch' egli divide, a cagione della sua figura, non conserverebbe la sua prima direzione; e descriverebbe una linea curva, quantunque in un mezzo uniforme.

Questa è una cosa, che trovasi confermata da una esperienza del pari semplice, che frequente. Tutte le volte, che si getta orizzontalmente qualche corpo tagliente, e convesso da un lato, come una scaglia d' ostrica, od altra cosa equivalente, non si vede mai, ch' egli seguiti la direzione, che se gli è data; e se si è voltata la convessità in giù, s' osserva spessissimo, ch' egli sollevasi, ad onta dell' inclinazione del suo proprio peso.

Si può altresì osservare, che gli uccelli pesanti, come i corvi, i colombi, le gazze ec. quando s' abbassano per fermarsi dopo un lungo volo, curvano sempre le loro ali, e la loro coda, per dare a se stessi una figura convessa di sotto; il che li dirige necessariamente in una curva molto allungata, che modera la loro discesa. Questi medesimi uccelli al contrario posano a terra in una maniera pesante, e quasi li dan di petto spessissimo, allorchè sono teneri, e giovani; perchè discendono per una linea meno inclinata all' Orizzonte: o sia, che non sappiamo ancor prendere una figura, che li diriga altramente; o che le loro pe-

pene ancora troppo corte, o le loro membra troppo deboli non gliel permettano.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A B C, *Figura* 4. è un quarto di cerchio, al quale si è attaccata una canna di fusile sul raggio A B, e che si è affisso ad una muraglia, od a cosa altra immobile, di maniera però ch' egli possa girare sul punto B. In distanza di diciotto piedi in circa v' è un cassoncino, od una conchetta di quattro, o di cinque piedi di lunghezza, piena d' acqua, di cui si cuopre la superficie con una tella chiara distesa, o con gran fogli di carta. F è un telajo istessamente guernito di carta, o di tela chiara, il quale ha circa diciotto polici d' altezza, ed un piede di larghezza. Questo telajo s' alza perpendicolarmente alla superficie dell'acqua; e la sua base D E, ch' è una piastra, o tavola un po' pesante, si colloca su gli orli della conca ad una sufficiente distanza dalla sua estremità G. Conviene por cura di foderare il picciol lato della conca con un asse di abete assai grosso, e ben piallato, che preservi la conca da ogni accidente, e sopra cui possa vedersi l' impressione d' una palla. Tutto finalmente così disposto, si carica la canna con polvere in quantità sufficiente, e con una palla di piombo, che sia di calibro, s' è possibile, si dirizza la canna verso il punto I; di maniera che faccia colla superficie dell' acqua un angolo di trenta, o di quaranta gradi; e vi si appiccia il fuoco con miccia collocata in *a*. Vedi la Figura citata.

EFFETTI.

La palla dopo avere perforate le due tele in I, ed in K, in vece di continuare il suo moto con questa direzione per venire in L, va a colpire l' assi-

cella di abete in H, per una linea, che fa angolo con la prima, la quale ella ha seguitata venendo da A in K; il che si scorge facilmente, facendo scolare l'acqua dalla conca, e ponendo l'occhio poscia in I. Imperocchè s'osserva, che il punto H è sensibilmente al di sopra della sua prima direzione; e che la refrazione, ch'ella ha sofferta nel punto K entrando nell'acqua, l'ha allontanata dalla perpendicolare P *p*, più che fatto non avrebbe, se avesse continuato a muoversi direttamente fino in L.

SPIEGAZIONI.

E' una conseguenza delle leggi del moto, che un mobile si porti sempre dal lato, dove trova meno di resistenza; imperocchè l'effetto essendo proporzionale alla sua cagione, un corpo, che incontra nello stesso tempo due ostacoli, dee soffrire d'avvantaggio da quello, ch'è il più forte; e vincere altresì più facilmente quello, ch'è il più debole: ora il vincere più facilmente un ostacolo è un rispignerlo d'una certa quantità in men di tempo, o rispignerlo maggiormente in un tempo determinato. Imperocchè un ostacolo, qual egli sia, non cede mai sensibilmente in un istante indivisibile: il più debole è quello dunque, che si lascia vincere in un tempo più corto.

L'aria, e l'acqua, nei quali la palla della nostra Esperienza ha successivamente passato, han fatto ostacolo l'un dopo l'altro al di lei moto; ma fin ch'ella è stata interamente nell'uno, o nell'altro di questi due mezzi, la resistenza essendo stata egualmente distribuita a tutte le parti dell'emisfero anteriore, come l'abbiam fatto vedere nella Esperienza precedente, la sua direzione non s'è potuta mutare: gli ostacoli, o le parti resistenti del fluido facendosi equilibrio di qua, e di là, ella ha dovuto perseverare

rare costantemente nella linea A K, e poscia nella linea K H.

Se l'egualità degli ostacoli contro tutte le parti dell'emisfero anteriore *n o p*, *Fig.* 5. mantiene il corpo *m* nella sua direzione, finch'egli è in un solo istesso mezzo; è manifesto, che passando obliquamente dall'aria nell'acqua questo medesimo emisfero per tutto il tempo della sua immersione incontra ostacoli più difficili da vincere da una parte, che dall'altra della sua superficie. Imperocchè, per esempio, il punto R venendo a toccar l'acqua, prova più di resistenza, che il punto Q, il quale non incontra ancora altro, che aria. Il perchè essendo tolto l'equilibrio fra gli ostacoli di qua, e di là, il centro M si porta dalla parte de' più deboli, e comincia a scostarsi dalla sua prima direzione S T. Ma essendochè la differenza, che passa tra la resistenza dell'acqua, e quella dell'aria principalmente nasce dal tempo, che convien impiegare per rispignere l'uno, o l'altro di questi fluidi, cotale differenza cresce, a misura che la velocità del mobile va scemando; imperocchè se la palla di piombo rispignesse l'aria, e l'acqua con una velocità infinita, le loro resistenze essendo nulle, o infinitamente piccole, non vi sarebbe fra esse differenza.

Il moto del corpo M, rallentato sempre più per la sua immersione nell'acqua, dee dunque provare gli effetti di questa differenza accresciuta tra la resistenza, che si fa nella parte O R P, e quella, che adopera contro O Q N. Quindi il centro M dee abbandonare sempre più la sua prima direzione, e discendere per una piccola linea curva, il cui ultimo elemento comincia la nuova direzione V X, che la palla va seguendo dopo la sua immersione.

APPLICAZIONI.

L' Esperienza, che abbiamo descritta, ne conduce naturalmente ad una osservazione, che può essere di qualche utilità a coloro, i quali vogliono uccider del pesce con l' archibugio. Per valenti ch' esser possano in questo esercizio, spesso anderebbe loro fallito il colpo, se omettessero d' aver riguardo alla refrazione, che dee patire il piombo entrando nell' acqua. Ciò, che noi abbiamo di sopra fatto vedere, prova, che bisogna tirar più basso dell' oggetto; poichè il colpo si rialza sempre nell' acqua, quando si tira obliquamente. Di vero, non potendosi tirare, che a poca profondità, a cagione della gran resistenza dell' acqua; e perchè la gravità del piombo, la cui velocità è indebolita, distrugge una parte della refrazione facendolo abbassare; e dovendosi in oltre supporre, che l' oggetto, il quale si propone di cogliere, ha una certa estesa, sembra, che nella pratica questo cambiamento di direzione, la quale prova il piombo entrando nell' acqua, non sia per sè stessa cosa di molto rilievo, e che si potrebbe trascurarla. Ma bisogna por mente, che il pesce, a cui vogliamo tirare, non si vede, se non pei raggi di luce, che da lui a noi vengono, i quali obliquamente passano dall' acqua nell'aria; ed essendo per conseguenza nel caso della refrazione, non ci rappresentano l'oggetto nel vero luogo, dov' è. Aggiugnete (e questo è il più necessario da osservare, che la refrazione della luce si fa per verso contrario a quello degli altri corpi; come lo mostreremo, trattando dell' Optica; di maniera che il luogo apparente del pesce è più elevato, che il suo luogo reale; il che dà nuove forze alla ragione, che si avrebbe di tirare più basso; quando anche non si ponesse mente, che alla refrazione del piombo.

Quan-

Quantunque le refrazioni si notino più d'ordinario ne' mezzi fluidi, si può dire in generale, ch' elleno hanno luogo in tutti i corpi, anche solidi, quando il mobile, che li penetra, v' incontra obliquamente suoli di materie più resistenti l' une, che l' altre. Succede, per esempio, spessissimo, quando si vuol perforare un asse con un punteruolo, o con un ago sottile, e flessibile, che il ferro si curva, e non segue la direzione, che ci siamo sforzati di dargli; perchè la punta ha incontrato obliquamente parti più dure l' une dell' altre; com' è facile d'osservare nell' abete, dove tali refrazioni sovente accadono. Imperocchè si dura stento a cacciarvi un chiodo a nostra voglia, particolarmente s' è lungo, e scarno.

La refrazione è suscettibile di più e di meno. Abbiamo veduto, ch' ella è ridotta a niente, quando la direzione del mobile è perpendicolare alla superficie del mezzo refringente: ella comincia con l' obliquità d' incidenza; e cresce seco lei e proporzionalmente ad essa. Imperocchè la palla, che cade per S T, *Figura* 5. soffre meno di refrazione, che quella, ch' è dirizzata per *s t*; e se si richiamerà alla memoria ciò, che abbiam detto, rendendo ragione della refrazione in generale, sarà facile, col solo guardare la figura, accorgersi, che la cagione di quest' effetto cresce, a misura che l' immersione diviene più obliqua. Imperocchè si vede, che quanto più la direzione è inclinata alla superficie dall' acqua, tanto più la parte O R N dell' emisfero anteriore sta di tempo nell' aria; e per conseguenza tanto più le resistenze dell' acqua nella parte O R P, sormontano quelle, che adoperano contro i punti corrispondenti O Q N.

Ma in qualunque grado, che si consideri la refrazione, ella si trova sempre proporzionale all' in-

cidenza del mobile, quando i mezzi non cambiano; e si giudica di ciò, paragonando gli angoli d' incidenza A C P, e C F D, *Figura 6.* con quelli di refrazione *a C p*, e *p b E d*, che si misurano con le linee P *a*, *a p*, che ne sono i fini. Imperocchè se P A è verso *a p*, come 2 è verso 3, le due linee simili D B, e *d b*, che rappresentano il caso d' una refrazione più grande, sono ancora nella stessa proporzione fra esse.

Noi non prenderemo a dimostrare ciò con esperienze: le difficoltà di dirigere i corpi in linee perfettamente diritte, ed oblique alla direzione naturale della loro gravità non cel permette. Potremo comodamente farlo, quando tratteremo della luce, la quale non ha questo inconveniente.

Solo aggiugneremo, e lo proverem col fatto, che quando l' incidenza è arrivata ad un certo punto d' obliquità, la refrazione si fa fuori del mezzo refringente (il che si chiama allora *riflessione*); e di ciò può darsi l' esempio in una pietra, o in una palla di piombo, la quale in luogo di passare dall' aria nell'acqua, come precedentemente abbiamo veduto, rialzasi dopo d' aver toccata la superficie; e forma con essa un angolo quasi simile a quello, ch' ella avea fatto cadendo. Vedi la *Fig.* 7.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien disporre il quarto di cerchio della *Figura* 4. in maniera, che la canna, e la sua linea di direzione M N, *Fig.* 7. facciamo con la superficie dell' acqua N P, un angolo d' incirca cinque gradi: e collocare nell'altra estremità del cassoncino un' asticella tenera di legno S, che sorge perpendicolarmente sulla superficie dell' acqua, e si presenta di faccia al lungo del cassoncino: convien pur mettere

tere a fior d' acqua un piccolo telajo di tela chiara, che abbia circa un piè di lunghezza. Caricata poi la canna, come precedentemente, bisogna mettervi il fuoco.

EFFETTI.

La palla di piombo essendo arrivata in N, in vece di entrare nell' acqua, ed ivi patir refrazione, come nella seconda Esperienza, rimbalza dal punto di contatto, e va a colpire la tavoletta in S, facendo il suo angolo di riflessione, o ribattimento ONS, quasi eguale a quello della sua incidenza MNP.

SPIEGAZIONI.

Nello spiegare di sopra le cagioni della refrazione, abbiamo renduto manifesto, come la resistenza del mezzo contro una palla, che movesi in linea retta s' esercita sopra la metà della superficie sferica NO *n*, *Figura* 3.: abbiamo inoltre fatto vedere spiegando la seconda Esperienza, che quando questa metà viene a toccare nell' istesso tempo due mezzi, l' un de' quali resiste più, che l' altro, il corpo intiero si porta più dalla parte del più debole. Quindi segue, che tal deviazione debb' essere tanto più grande, quanto più differiscono fra loro i fluidi resistenti, ed il più debole d' essi occupa una maggior parte dell' emisfero PROQN, *Fig.* 5. La resistenza dell' aria è piccolissima, o dura pochissimo in comparazione di quella dell'acqua; e quando la palla di piombo è diretta per una linea molto inclinata, come nella nostra Esperienza si può vedere dalla *Figura*, che la parte, la quale corrisponde all' aria, è molto più grande, che quella, la quale tocca l' acqua. Così l' eccesso di resistenza dalla parte di quest' ultimo mezzo, diventa, come un punto fisso, che chiude il passo al mobile per tanto tempo, quanto basta, perchè il mo-

mobile continui il suo moto nell' aria, che prontamente gli cede.

Sin quì benissimo si vede, perchè la palla non entri nell' acqua; e per qual ragione finisca il suo moto nell' aria, dopo d' aver toccato per una molto obliqua direzione il mezzo più resistente. Ma concediamo pure non essere ciò bastante per far capire, che cosa determina la detta palla a risalire dall' ingù all' insù per una direzione obliqua, la quale si trova nell' istesso piano, che quella della sua incidenza. Imperocchè dal dover ella finire il suo moto nell' aria non segue già, ch' ella sia obbligata ad alzarsi dopo d' aver disceso; se non vi fosse alcuna cagione atta a produrre tal effetto, niuno, per quanto pare, s' aspetterebbe di vedere, piucchè sdrucciolare, e scorrere questa palla sulla superficie dell' acqua, quando una volta pervenuta vi fosse, e le rimanesse tanta velocità da rendere insensibile l' effetto del suo peso. In una parola, tutto quello, che può fare la resistenza dell' acqua, egli è di vietare il passo al mobile; ma non considerando in essa, fuorchè uu ostacolo invincibile, non si capisce, ch' ella possa determinare a salire quello, che fin al punto di contatto è totalmente determinato a discendere. Vi è dunque qualche cosa di più da considerare, o nell' acqua, che riflette, o nella palla, che soffre questa riflessione; ovvero nell' una, e nell' altra, relativamente alle circostanze, ov' elleno si trovano nella nostra Esperienza. Ma però che l' effetto, il quale succede quì all' incontro d' una superficie fluida nel caso d' una incidenza molto obliqua, avviene sempre, quando un mobile cade sopra un piano solido a qualunque inclinazione egli sia; noi ci rimettiamo ad esaminarne la cagione, quando parleremo del moto riflesso nella Sezione seguente; e per ora

ci

ci basterà d'aver fatto conoscere, che vi ha tale obliquità d'incidenza, in cui la superficie dell'acqua fa verso la palla di piombo, od altro corpo duro lo stesso, che farebbe un piano solido, ed impenetrabile.

APPLICAZIONI.

L'Esperienza, che abbiamo fin ora spiegata, dee servire di regola a quelli, che fanno tiri nell'acqua. Se non tirano assai da vicino, o da un luogo elevato, la direzione del colpo può divenire troppo obliqua, ed il piombo rischierebbe di non entrare nell'acqua. Uno, il quale fosse sulla riva opposta, e che si credesse sicuro, correrebbe pericolo d'essere ferito; ed è sempre saggia precauzione il non incontrarsi nel piano della riflessione, o del ribattimento. In una battaglia navale quante palle di cannone si veggono rialzarsi così dopo d'avere toccata l'onda; e fare con un moto riflesso ciò, che per la loro prima direzione parrebbe non dover fare?

Ma senza che andiamo cercando esempj così terribili, un giuoco di fanciulli, noto a chicchessia, mostraci con assai men di pericolo la stessa cosa. Una pietra un po' figurata in taglio negli orli, più grossa nel mezzo, e lanciata molto obliquamente alla superficie dell'acqua, risale dal punto di contatto per le ragioni, che abbiamo riferite; e s'ella ha ricevuto una quantità sufficiente di moto, quando il suo proprio peso la determina di nuovo in una incidenza obliqua, egli dà occasione ad un nuovo risalto, che si reitera bene spesso 5, o 6 volte di seguito.

Altre esperienze da me con diligenza ripetute, ma che non ho per anche avuto occasione di fare abbastanza in grande, sicchè possa fondarvi una sfatta, e particolare teoria, m'hanno già confer-

mato

mato nell'opinione, in cui sono, che la superficie dell'acqua non comincia a riflettere sotto lo stesso angolo, od a pari obliquità d'incidenza ogni sorta di corpi indifferentemente. Ho osservato, che una palla di sei linee di diametro entra nell'acqua, quando la sua direzione fa un angolo di sei gradi con la superficie; dovechè una più grossa, a pari incidenza è riflettuta: ed io non dubito, che una palla di cannone non risalti sotto un angolo molto più aperto; e che tal cosa non varj, quanto varia il diametro delle palle. Imperocchè la resistenza dell'acqua è tanto maggiore, quanto le parti colpite sono in maggior numero: quando un mobile sferico cade sopra la di lei superficie, e viene a toccarla con un movimento considerabile; non si dee credere, che la tocchi in un sol punto; ma sempre per un segmento; e questo segmento prova tanto più di resistenza, quanto egli fa parte di sfera più grande; perchè avendo più estensione con meno convessità, urta più direttamente, e un numero più grande di parti d'acqua.

Dopo d'avere esaminato le mutazioni, che accadono alla direzione d'un mobile, quand'egli incontra un ostacolo, che può penetrare, o nel quale può continuare il suo moto, vediamo ora quello, che gli succede, quando l'ostacolo è un corpo solido, il quale gli nega il passo.

III. SEZIONE.

Del Moto riflesso.

NOI abbiamo supposto nella Sezione precedente, che ciò, che tende a cambiare la direzione del mobile, è una materia, cui egli può penetrare, e nella quale ha la libertà di continuare il suo moto in sì fatta maniera, che ci lascia scorgere, se ubbidisce ad una nuova determi-

minazione. Ora supponiamo un ostacolo invincibile, una massa inconcussa, cui non può smuovere di luogo, nè dischiudere, per passar oltre. Dico, per passar oltre. Imperocchè non essendovi materia perfettamente dura, e le cui parti non cedano ad una forza sufficiente; quando un corpo ne urta un altro, eziandio se quest' ultimo non potesse essere smosso a cagione della sua grandezza, si fa però sempre un' impressione, o un affondamento nel luogo del contatto: e se questo affondamento è tale, che il mobile s' introduca nella massa, come allora che si sotterra una palla di cannone, o che si tira una palla di moschetto nell' arena, o nella neve ammonticchiata: in quel caso l' ostacolo sprofondato diventa un nuovo mezzo; e se vi ha rifrazione, ella succede secondo le leggi già da noi stabilite.

L' ostacolo, od il corpo urtato essendo dunque tale, qual si suppone, inconcusso, quanto alla sua total massa; ma flessibile, quanto alle sue parti; cercasi di sapere, come il mobile sarà diretto dopo l' urto.

Ma innanzi di rispondere a questa dimanda, è a proposito esaminare, se il corpo, che urta, continuerà a muoversi. Imperocchè se dovesse restare senza moto, in vano cercherebbesi, qual debba essere la sua direzione; e vi sono parecchi casi, ne' quali l' ostacolo il riduce in quiete, senza niente restituirgli di quello, che gli ha fatto perdere.

Per fissare le nostre idee, rappresentiamoci una palla d' acciajo lanciata contro un muro, e per più di semplicità, consideriamo il corpo, che percuote, come duro perfettamente; e non badiamo, che alla flessibilità del corpo percosso. Nel primo istante del contatto la palla esercita contro un piccolissimo spazio della pietra che incontra, uno sfor-

sforzo, ch'è, come la sua massa, e la sua velocità attuale. Queste poche parti così dall' acciajo compresse cedono al suo moto, rinculano sopra le parti più vicine; e queste vanno a ridosso d' altre: la pietra si condensa in cotesto sito, e si fa un piccolo affondamento; ma questo effetto non si produce con una velocità eguale a quella, che aveva il mobile nel momento, che ha cominciato a toccare. Imperocchè ciò, ch' è stato smosso, ha resistito; ed ogni resistenza (tuttochè vinta) distrugge una parte della forza, che fa cadere; perciò al fine del primo istante la palla d' acciajo trovasi ritardata; ed il suo sforzo nel principio del secondo instante è minore, che non era in prima.

Ma però che le parti urtate nel primo istante hanno ceduto indietro, la loro introcessione, o affondamento ha fatto, che la palla d' acciajo tocchi la pietra per una superficie più grande. Il mobile perderà dunque più della sua velocità nel secondo istante, che nel primo: 1. perchè vi saranno più parti da rispignere: 2. perchè quelle del mezzo, che sono state sprofondate precedentemente, resistono più, che non han potuto farlo nel primo istante; imperocchè allora la materia urtata era meno condensata, ed il corpo percuziente aveva più di moto.

Si vede dall' esame di questi due primi instanti, che la palla d' acciajo, formando uno sprofondamento nella prima, dee diminuire la sua velocità a quantità, che vanno sempre crescendo, poichè le parti, che ricevono il suo sforzo, si moltiplicano ad ogni instante; e trovandosi sempre più sostenute da quelle di dietro, la lor resistenza comune cresce per lo meno in ragione di queste due cagioni.

La velocità del mobile, sia quanto si voglia ri-

tar-

tardata uniformemente, o no, egli nulladimeno perſevera nella ſua prima direzione, ſin che gli reſta del moto; e perciò lo ſprofondamento, che ſi fa nella pietra, non è finito, ſe non quando la palla ceſſa di muoverſi; e reciprocamente ſi può conchiudere, ch' ella è ridotta alla quiete, quando le parti della pietra non cedono più; di maniera che ſe allora non ſi trova qualche nuova cagione, che rimetta nella palla il moto, avendo ella conſumato intieramente quello, che avea ricevuto nella ſua prima determinazione, non ſi vede, che poſſa moverſi d' avantaggio; ed in fatti l' eſperienza dimoſtra, ch' ella più non ſi muove; imperocchè ſe il luogo della muraglia, ch' è eſpoſto alla percoſſa, è pietra tenera, o geſſo, la palla rimane nel buco, che ha fatto; ovvero pel ſuo proprio peſo ricade, ſe niente la ferma.

Non è poi così, ſe il mobile incontra per oſtacolo una pietra dura: lo vediamo rimbalaare dopo l' urto, e per un verſo contrario alla ſua prima direzione: un cotal moto ſi chiama *rifleſſo*. Vediamo dunque, qual n' è la cagione, e quali ſono le leggi, che lo dirigono.

Nella pietra, come nel geſſo, ſi fa nel tempo della percoſſa uno ſprofondamento, che varia dal più al meno. Ma quando l' oſtacolo è elaſtico, e le parti profondate hanno le virtù di reſtituirſi nel primo loro luogo, ed ordine, è facile di vedere, perchè il corpo percuziente ricominci a muoverſi; e che coſa lo determini in una direzione differente da quella, ch' egli aveva da bella prima; imperocchè coteſte parti ſprofondate reſtituendoſi, riſpingono il mobile da sè medeſime, e tendono a dirigerlo, come ſono dirette elleno ſteſſe.

Ma tutti i corpi elaſtici nol ſono già egualmente; e ſi può dire, che niuno ſe ne conoſce

che

che perfettamente sia tale: noi tuttavolta lo supporremo, per rendere più semplice la nostra teoria, e considereremo in prima l'urto diretro; cioè quello d'un mobile diretto perpendicolarmente alla superficie dell'ostacolo.

Supponendo, che l'ostacolo D E, *Fig.* 8. sia un corpo, di cui è perfetta l'elasticità: il punto di contatto A, portato in B, per lo sforzo del mobile C, dee ritornare da B in A, con una velocità eguale a quella, con la quale era stato smosso. Il corpo C, che da sè scaccia, trascorre nello stesso tempo l'istesso cammino; e quando mercè di questa reazione è ritornato ad essere tangente alla superficie D E, trovasi, ch'egli ha per andare da A in F, l'istesso grado di moto, che aveva, quando giunto da F in A, ha cominciato lo profondamento *d* B *e*. Così l'ostacolo, che avesse una molla perfetta, restituirebbe al mobile, mercè d'una completa reazione, tutto il moto, che gli avrebbe fatto perdere nel tempo della compressione. Rimane ora di dar regola alla direzione di questo moto riflesso.

Quando spiegammo la refrazione, (*) femmo vedere, che cadendo il mobile M perpendicolarmente sul mezzo refringente, non abbandona la linea della sua prima direzione; e chè dopo così ben, che prima dell'immersione, egli tende allo stesso termine; perchè tutte le parti del suo emisfero anteriore sono egualmente sostenute dalla resistenza del fluido; e non vi ha cagione alcuna, che favorisca, o che rallenti il suo moto più da un lato, che dall'altro. Per una simile ragione, se la superficie D E è solida, e perfettamente elastica, il mobile, che viene da F in A, dopo d'aver formato lo sprofondamento *d* B *e*, sarà rimandato nella

(*) Pag. 180. Fig. 3.

la ſteſſa linea puntualmente, e verſo il punto F; perchè le parti corriſpondenti G, H, ubbidiſcono a reazioni perfettamente ſimili, il cui equilibrio mantiene neceſſariamente il centro C in una linea, che ha per termini A, F.

Abbiamo in oltre provato (*), che nel caſo dell'immerſione obliqua il mobile abbandona la ſua prima direzione; e ne abbiamo additata la cagione nella inegualità delle reſiſtenze, che operano su i punti P, R, O, Q, N, mentre queſt' emiſfero s'immerge nel mezzo refringente. Abbiamo parimente oſſervato, ch' eſſendo queſta deviazione del mobile cagionata da ritardi, che vanno ſempre creſcendo, fin a tanto ch'egli ſia immerſo, il centro M ſegue una piccola curva M V.

La ſteſſa coſa ſuccede, e per ragioni ſimili, allorchè un corpo ſferico cade obliquamente ſopra un piano ſolido, ed elaſtico. *Fig. 9.* Le parti affondate ſono altrettante piccole molle, che lo ſforzo del mobile ha teſe, e che rallentano più, e più la ſua velocità; fin che finalmente egli abbia conſumato tutto il moto, che aveva, quando ha cominciato a toccare la ſuperficie del piano in I. Di qua naſce la piccola curva *i l*, deſcritta dal centro del mobile; ed è evidente, che ſe queſto piano ſprofondato finiſſe nel punto L, la palla ſcapperebbe per la linea L M; ed il ſuo centro per conſeguenza ſeguirebbe la parallela *l m*.

Ma eſſendo che, mentre il piano ſprofonda, la palla tocca eſſo piano con una ſuperficie, e non in un punto; e che tutte le molle, ch' ella ha teſe, ſpieganſi ſucceſſivamente, e ſecondo l'ordine, nel quale ſono ſtate compreſſe, ne ſegue un doppio effetto. Primo: ella ripiglia il ſuo primo grado di moto, perch' è reſpinta con altrettanta for-

(*) Pag. 184. Fig. 5.

za, con quanta ella ha compresso. Secondo: ella risale per una curva M P, *Fig.* 10 simile a quella, ch'ella ha trascorsa facendo il suo sprofondamento: perchè le molle, che ha tese, ritornano contro la di lei parte posteriore, e le danno una velocità, la quale s'accelera da N fino in P; in quella guisa che la velocità, che aveva in prima, è stata ritardata da I fino in M. Perciò siccome l'estremità I della linea della sua incidenza è stata il principio della prima curva; così quella della sua riflessione P Q è la continuazione della seconda; ed a questo modo l'angolo R M Q diventa eguale a S M T.

L'egualità degli angoli d'incidenza, e di riflessione si dimostra in una maniera più geometrica, supponendo un principio, che poco appresso noi proveremo parlando del moto composto; cioè, che il mobile, il quale trascorre la linea T M fa, come se ubbidisse a due potenze, una delle quali avesse data la velocità necessaria per trascorrere la linea L V, mentre l'altra lo farebbe discendere dall'altezza T S. Se, quand'egli è pervenuto in M, una cagione (qualunque siasi) annienta il suo moto dall'insù all'ingiù, senza punto scemare di quello, che lo trasporta orizzontalmente, è manifesto, che in un tempo simile a quello, ch'egli ha impiegato per venire da T in M, anderà da M in R, non influendo in lui, più che una sola potenza. Ma in luogo di questa supposizione, se quando il mobile è in M, la potenza, che influiva in esso dall'insù all'ingiù, trovasi tutt'in un tratto convertita in un'altra d'egual forza, ma che lo sollecita a muoversi dall'ingiù all'insù, egli risalirà senza dubbio per M Q, coll'istesso grado di velocità, che aveva discendendo per T M. Ora veduto abbiamo precedentemente, come di questi

due

due moti, de' quali l'incidenza obliqua è composta, quello, ch'è perpendicolare al piano, si annienta nel mobile, e si cambia a grado pari in un altro, ch'è opposto nella stessa linea.

Sino ad ora abbiamo supposto il mobile inflessibile: ed abbiamo solo considerata la molla del piano, che riflette; ma è facile da concepire, che gli stessi effetti avrebbon luogo, se il piano fosse perfettamente duro, e la palla fosse un corpo elastico; imperocchè nell'urto ella si schiaccerebbe, e le parti affondate restituendosi, s'appoggerebbono sul piano, e rispignerebbono il mobile colla stessa velocità, colla quale fossero state compresse, e per un verso contrario.

Per verità nè l'una, nè l'altra di queste due supposizioni mostrano ciò, ch'è in natura; imperocchè se non ci sono noti corpi, che abbiano una molla perfetta; non vediam nè pure corpi solidi, che ne sieno affatto privi. Il perchè ogni volta, che succede riflessione, si può dire, che il mobile, e l'ostacolo vi hanno parte tutti e due, secondo il loro grado d'elasticità.

Può eziandio addivenire, che un terzo corpo premuto tra l'uno, e l'altro nel tempo della percussione, debba in alcuna parte computarsi nel moto riflesso cagionato; ed abbia come fatto l'ufficio d'una molla, che scatta da una parte contro il piano, e dall'altra contro il mobile; ed allora, o sia diretta, o sia obliqua l'incidenza, si dee aspettare tutto quello stesso effetto, che spiegato abbiamo di sopra, quando abbiamo supposto solamente dell'elasticità nell'ostacolo, o corpo urtato.

E' manifesto dunque, che le cose più importanti a saperſi intorno al moto riflesso, possono ridursi a questi due capi. Primo, che la molla è la cagion necessaria della riflessione. Secondo, che

la direzione del moto riflesso è tale, che l'angolo di riflessione è eguale a quello dell' incidenza del mobile, quando la reazione è perfetta.

Quantunque queste due proposizioni non possano provarsi con esperienze rigorosamente esatte; perchè non conosciamo alcun corpo solido, che abbia perfetta molla, o che affatto non ne abbia: ed oltracciò la gravità del mobile, e la resistenza dell' aria distruggono una parte degli effetti; nulladimeno si può far conoscere quel, che debb'essere, mostrando con degli *appresso poco* ciò ch' è. Non ometteremo a tal uopo d' osservare ciò che ne' fatti si framischierà d'estraneo, e sufficientemente il restante ci additerà quel, che abbiamo insegnato prima.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina, ch' è rappresentata dalla *Fig.* 11. debb' essere collocata in maniera, che la sua base sia in un piano orizzontale. AB è una tinozza, che ha in circa un pollice di profondità: riempiasi questa di terra argilla mista con arena sottilissima in tal quantità, che sia flessibile, senza però essere troppo viscosa. Questa tinozza si può muovere sopra un perno, ch' è nel punto A; e si ferma a quel grado, che si vuole d' inclinazione, col mezzo d'un fermaglio, e d'una madrevite, ch'è in B. C' è un piccolo cannone di rame affisso ad un pezzo scorrente a molla, che sdrucciola, e corre in un canaletto fatto a posta da banda a banda nel braccio del travicello, e per cui si fa passare una palla di piombo di calibro.

EFFETTI.

Quando si lascia cadere per lo piccolo cannone C la palla di piombo, o sia, ch' ella arrivi perpendicolarmente sulla superficie della tinozza; o che

che questa tinozza si presenti obliquamente alla caduta della palla, si fa uno sprofondamento nella terra molle; e la palla vi perde tutto il suo moto.

SPIEGAZIONI.

Quando la palla, ch'è discesa, ha cominciato a toccar la terra molle, aveva una certa quantità di moto: a costo di questo moto, ella ha traportata, e sospinta una porzione della materia flessibile. Ha dovuto dunque cessare di muoversi, quando le parti, che ha incontrare nella sua direzione, sono state portate tanto lungi, quanto esigeva il suo sforzo, ed ella non ha dovuto cessare più presto; perchè un corpo in moto non può essere ridotto alla quiete, se non per un ostacolo, la cui resistenza eguagli il prodotto della sua forza.

Quando la palla cade perpendicolarmente sopra un piano inclinato all'orizzonte, come nell'una delle due Esperienze precedenti, ovvero sen viene per una linea obliqua contro un piano orizzontale, come lo rappresenta la *Fig.* 12. è la stessa cosa assolutamente, quanto all'effetto, che dee seguirne: e se il piano è flessibile, e senza molla, come lo supponiamo, il moto della palla debbe ivi consumarsi intieramente, nè più, nè meno, che nel precedente caso; imperocchè la direzione obliqua non cambia niente di quello, che abbiamo accennato della caduta perpendicolare; al più al più ella cagionerebbe una piccola rifrazione, che da noi si trascura; perchè supponiamo lo sprofondamento poco notabile; ma niente ella ha, che possa rimettere il mobile al di sopra del piano, che una volta egli ha toccato.

APPLICAZIONI.

I corpi senza molla, o la cui elasticità è imperfetta, sono più atti, che altri corpi a rom-

pere gli sforzi violenti; perchè ritardano a gradi la velocità del mobile, e lo riducono alla quiete, cedendo da più in meno. Per ben intendere ciò, convien fare attenzione, che niuno moto, per pronto ch'egli sia, vi ha, il quale non impieghi un tempo finito: così quando il corpo M *Fig.* 13. discende per la linea D E, per fare il luogo del suo emisfero nella terra molle, benchè a nostri sensi questo effetto sembri prodursi in un istante indivisibile, è d'uopo nulladimeno concepire il tempo di questo affondamento, come spartito in molti instanti eguali, nel cui tempo il mobile spiega la sua forza contro le parti, che cedono. Ma questa forza scema a ciascun istante; e scema per quantità, che crescono molto più che il tempo; imperocchè nel secondo instante le resistenze sono in maggior numero, che nel primo; poichè l'emisfero più internato presenta maggior superficie alla terra molle, cui è mestieri respignere; e le parti già compresse s' oppongono maggiormente al loro smovimento. Si possono dunque considerare li 3 spazj D, F, E, come i prodotti di tre instanti eguali, nel cui tempo il corpo M ha consumata tutta la sua velocità trascorrendo la linea D E.

Tutti gli ostacoli, che cedono così, dividono lo sforzo del mobile, e fermano quasi in più volte una potenza, che non mancherebbe di sforzarli, se tutta la sua azione fosse riunita in un più breve tempo. Resisterebbe forse un tamburo ad un solo colpo, il quale eguagliasse nella forza la somma de' colpi delle bacchettine, ch'egli riceve in un'ora? Un asse di quercia arresta forse una palla di moschetto, mentre un sacco pieno di lana la rallenta, e reprime?

Per una simil ragione non venghiamo feriti dal-

la

la caduta d'un corpo duro, che si riceve in una mano; purchè la mano ceda per alcuni instanti, in luogo d'intirizzare contro il corpo. Si rischierebbe di rompere la corda, quando si ferma una barca, trasportata dalla corrente del fiume, se non si usasse la cautela di lasciarla scorrere a poco a poco, per vincere lo sforzo a gradi.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Per questa Esperienza si adopera l'istessa macchina, che ha servito alla precedente, e ch'è rappresentata dalla *Fig.* 11. In luogo della tinozza piena di terra molle, vi si alluoga una tavoletta di marmo nero, e incamiciata d'un leggierissimo strato d'olio; e la palla, che si fa cadere per lo piccolo cannone, dovrà essere d'avorio.

EFFETTI.

Quando si lasciare cadere la palla d'avorio perpendicolarmente sul marmo, dopo d'aver toccato il piano risale per la stessa linea, che ha seguitata cadendo; ma meno alto, che il luogo, da cui è discesa; e si osserva su la tavoletta una macchia rotonda, la quale ha circa una linea di diametro.

SPIEGAZIONI.

Quello, che di sopra si è detto, ponendo in chiaro la quistione del moto riflesso, basta per ispiegare il fatto, che quì abbiamo descritto: la macchia, che trovasi sul marmo, prova, che nell'urto è seguita compressione nell'uno dei due colpi, e verisimilmente in tutti e due, come si è fatto vedere parlando della molla: e come che dopo l'esperienza si trovano le superficie nello stato istesso, in cui erano avanti il contatto, egli è indubitabile, che si sono rimesse, e restituite nel primiero loro essere; e questa restituzione, se fosse perfet-

ta, basterebbe per rendere al mobile per un contrario verso tutto il moto, che aveva consumato seguitando la sua prima direzione. Se questo in fatti non succede, la cagion n'è, perchè la resistenza dell'aria vi si oppone da una parte, e si può ben credere dall'altra, che l'avorio, ed il marmo non si rimettano colla stessa velocità, con la quale si possono comprimere.

APPLICAZIONI.

Un corpo elastico compresso, e ch'è lasciato poi libero, non ritorna al suo primo stato, se non dopo un certo numero di *vibrazioni*, le quali sono agevoli a scorgersi in una lamina d'acciajo, in una corda di cembalo, in un ramo d'albero ec. che si è piegato, e poi lasciato a sè stesso. Questo moto, che riconduce il corpo elastico al di là del luogo della sua quiete, nasce dal riprendere, che fa la parte compressa restituendosi, il grado stesso di velocità, che ha ricevuto nel primo istante dell'urto, e per un verso contrario, come l'abbiamo spiegato a c. 175. Prendiamo, per esempio, una corda di viola, o di cembalo, *Fig.* 14, tesa fra due punti fissi G, H, e contro la quale si fa urtare un corpo solido con una quantità di moto bastante per guidarla dal punto I al punto K. Questa percussione allunga la corda; imperocchè è evidente, che la somma delle due lunghezze G K, e H K è più grande, che G H. S'ella è libera a rimettersi, la sua molla ricondurrà il punto K in I; ed allota ell'avrà nella direzione I L una velocità eguale a quella, che le avrà fatto perdere la percuffione per andare in K. Questa velocità debbe avere il suo effetto: dee trasportare il punto I verso L, sin a tanto che sufficienti resistenze l'abbiano fatto cessare. Ma se il mezzo della corda si muove altresì, le parti, che la compongono da un capo, e

dall'

dall' altro, debbono allungarsi; e la loro resistenza indebolirà sempre più questo moto: finirà all' ultimo, quando tutta la velocità della reazione sarà consumata; e si vede, che se la corda ritornando da K in I, si trova avere lo stesso grado di velocità, che aveva ricevuto dall' urto per discendere in K, la linea I L dee diventare eguale a I K. Se le molle fossero perfette, e le loro vibrazioni si facessero in un mezzo non resistente, queste sorte di movimenti sarebbono perpetui. Imperocchè allora quando la corda in virtù della sua reazione è giunta in L, ella ha l' istesso grado di tensione, che aveva, quando era compressa nel punto K; e per conseguenza ella avrebbe la forza necessaria per ritornarvi alla seconda vibrazione. Altrettanto dir si potrebbe della terza, e d' altre infinite; ma non essendo mai la reazione completa, per le ragioni, che dette abbiamo, la seconda vibrazione ha meno d' estesa, che la prima; e la terza meno ancora, che la seconda; e queste diminuzioni finalmente lasciano ripigliare alla corda il suo primo stato.

Io ho preso una corda per esempio, affine di rendere più sensibile questa spiegazione; ma si dee concepire, che la stessa cosa succede a tutti corpi elastici, con divario dal più al meno, secondo la figura, e intirizzamento delle loro parti. Così la pelle d' un tamburo diventa alternativamente concava, e convessa; e la palla d' avorio, ch' è caduta sopra d' un marmo, non ripiglia la sua figura sferica, se non dopo d' essere stata per qualche spazio di tempo un ellipsoide, il cui gran diametro è di due volte una orizzontale, e verticale. *Fig.* 15.

E' cosa degna d' osservazione, come la stessa molla fa tutte le sue vibrazioni isocrone; cioè in tempi eguali, o piccole, o grandi che sieno; e si ha occasione di vederne la prova, quando si mette in azione

me la macchina (*), con la quale abbiamo misurati gli sfregamenti. Imperocchè paragonando le vibrazioni della molla spirale colle oscillazioni d'un pendulo a' secondi, si osserverà facilissimamente, che la prima, e la trentesima si fanno in tempi sensibilmente eguali.

Bisogna in oltre avvertire, che le molle tese si restituiscono con altrettanto più di velocità, quanto più di forza è bisogno per tenderle; il perchè poste due lamine elastiche, se l'una di esse è più flessibile dell'altra, farà vibrazioni, le quali averanno meno d'estensione; ma che saranno più frequenti, come lo faremo vedere ragionando de' Suoni.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

S'adopera per questa Esperienza la macchina, che ha servito nella precedente. *Fig.* 11. Ma in vece di lasciare la tavoletta di marmo nella sua situazione orizzontale, s'inclina, come la linea A D, e si fa avanzare il piccolo cannone C nella scanalatura in guisa tale, che corrisponda al punto F.

EFFETTI.

Se la palla d'avorio cade sulla tavoletta di marmo per la linea N E, ella va per E F a porsi in un' apertura fatta nel pezzo G, e la cui larghezza è uguale al suo diametro; e si può osservare sulla superficie del marmo una macchia, che non è perfettamente rotonda, come nell'Esperienza precedente; ma un poco oblonga, e in tal modo situata, che il suo gran diametro si trova nel piano di riflessione.

SPIEGAZIONI.

Abbiamo sufficientemente spiegato le cagioni del moto riflesso; e l'esperienza fa vedere, che l'angolo di riflessione AEF, è quasi eguale a quello d'inci-

(*) Lezione Terza Fig. 9.

cidenza H E D. Ho io quì dunque men da fermarmi a rendere manifesta l'egualità di questi angoli; ma bensì a far conoscere, perchè quello di riflessione non è rigorosamente simile all'altro nel fatto. Tre cagioni concorrono a renderlo più piccolo: 1. La palla, che urta, ed il piano, che la rimanda, non hanno un elaterio perfetto: la reazione non è dunque completa. 2. L'aria, che s'ha a dividere, per passare da E in F, ritarda un poco la velocità del mobile: egli sta dunque più lungo tempo in istrada, che non dovrebbe; e questo ritardo dà adito al progresso d'una terza cagione. Imperocchè 3. la gravità opera sulla palla d'avorio, finchè trascorre E F; e la richiama dall'alto al basso. Laonde in luogo di descrivere una retta rigorosa, perviene in G per una curva, la cui estremità è un poco più giù, che la direzione del suo moto riflesso.

Ma se l'egualità degli angoli non ha mai luogo nello stato naturale, pure si va chiaro scorgendo, a traverso di questi ostacoli, ch'ella è nè più nè meno una regola stabilita dalla natura, e fondata sopra leggi generalmente ricevute, e manifeste.

La piccola macchina oblonga, che si vede sul marmo dopo il contatto, è una prova, che la palla, la quale percuote obliquamente un ostacolo, vi si sprofonda per una linea curva, come detto abbiamo a c. 196, e ch'ella esce da questo sprofondamento per una linea simile: così il gran diametro della macchia oblonga è rappresentato dalla linea *p i Fig.* 10.

APPLICAZIONI.

Il giuoco del Trucco, e quello della palla sono quasi affatto appoggiati alla regola, che abbiamo poc'anzi stabilita, e provata: nell'uno v'è un mobile sferico, che si spigne per lo più contro un pizzo secondo una direzione obliqua, o perpendicolare;

re; nell'altro, è il piano stesso, che si presenta al mobile sotto differenti gradi d' inclinazione; e la principal cosa consiste nello stimar bene il moto riflesso per l'angolo d' incidenza.

Quando una palla di cannone tirata orizzontalmente viene a toccar terra, rimbalza più volte; e s' osservano sul terreno alcune vestigie molto più lunghe, che profonde. La ragione di ciò è, che la palla si sprofonda, e si rileva, come la pallottola d' avorio della nostra Esperienza, seguitando due curve, le quali si congiungono all' ultimo grado dello sprofondamento, dove nasce la riflessione. E però che la sua velocità dall' alto al basso è molto minore, che il suo moto orizzontale, ella trascorre una grandissima lunghezza nel tempo, che discende a poca profondità; e di qua viene la gran differenza, che s' osserva in queste due dimensioni, quando s' esaminano le vestigie da noi accennate.

III. SEZIONE.

Della Comunicazione del Moto nell' Urto de' Corpi.

QUantunque gli ostacoli solidi, che fermano, o che riflettono i corpi, i quali si muovono, non abbiano i loro effetti, se non in virtù del moto, ch' è loro comunicato dal mobile; e questa comunicazione facciasi secondo le regole, che siamo per istabilire in questa Sezione; nulladimeno abbiamo creduto di dovere trattar separatamente di questa azione de' corpi, considerata ne' casi, dove la massa percossa lascia scorgere segni della percussione, che soffre, con uno smovimento sensibile di tutto il suo volume; voglio dire, che dopo d' avere insegnato ciò, che succede ad un mobile, sì rispetto alla sua velocità, come in ordine alla sua direzione, dalla parte d' un osta-

ostacolo inconcusso, o considerato, come tale; esamineremo or ora i cambiamenti, de' quali l'una, e l'altra (la velocità, e la direzione) sono suscettibili, quando l'ostacolo è smosso, o può esserlo dall' urto. E per procedere dal più semplice al più composto, considereremo primieramente gli effetti della percussione nei corpi molli, ove la reazione non ha luogo, per passar poi a trattar dell' urto de' corpi elastici.

Noi tuttora supporremo, per rendere la nostra teoria più semplice, e più facile a capirsi, 1. Che i Corpi, i quali si urtano, hanno una molla perfetta, o pur che non ne hanno niente affatto: 2. Che il loro moto si fa in un mezzo senza resistenza, e senza sfregamenti; di maniera che la dottrina, la quale siamo per esporre, sarebbe falsa, se i fatti, ch' ella produrrà, si trovassero puntualmente rappresentati dall' esperienza; poichè gl'impedimenti, dai quali facciamo astrazione, sono necessariamente da computarsi nelle illazioni, e in tutto quel, che risulta dalle premesse. Imperciò le nostre prove non debbono passare per accurate, se non quando parrà, che facciano un po' meno di quello, che se ne sarà sperato. Se per esempio il corpo A, venendo ad urtare il corpo C, *Fig.* 16. facesse sopra di lui tutta l'impressione, che può fare, in virtù del moto, che ha nel partire dal punto *a*, egli avrebbe fatto più; poichè avrebbe vinto ancora gli sfregamenti, la resistenza del mezzo ec. Egli non eserciterà dunque sul corpo B, ch' è il suo ultimo ostacolo, se non quella forza, che gli resterà dopo d' aver superati gli altri; e se non si terrà conto di ciò, che ha perduto per vincere cotesti, non si dee aspettarne un effetto completo, quando si farà l' urto in *b*.

Noi qui consideriamo solamente l'urto diretto;

cioè

cioè quello di due corpi, i cui centri di gravità si trovano nella direzione de' loro moti, come nella *Fig.* 16.; e per renderne l' esecuzione più facile, faremo tutte le nostre Esperienze con corpi sferici, i quali sospenderemo a sottilissime fila, *Fig.* 20. affine di diminuire, per quanto è possibile, gli sfregamenti, e la resistenza dell' aria: ed essendo noi per avere spesso di bisogno di conoscere il grado di velocità di cotesti piccioli globi, li terremo sospesi a punti fissi, attorno de' quali potranno descrivere archi di cerchi, che saranno misurati con graduazioni, *Fig.* 21. Quello, che in appresso insegneremo circa la gravità, darà a conoscere, come si può colla grandezza di cotesti archi regolare la velocità de' corpi, che li descrivono. Questo è un procedere, che hanno tenuto utilmente molti valenti Fisici, e in particolare il Sig. Mariotte. La macchina, della quale io mi servo, e ch' è rappresentata dalla *Fig.* 17. è appunto la sua; ed io non ho fatto, che renderla più comoda, e moltiplicarne gli usi.

Avanti che due corpi s' urtino, vi ha fra essi uno spazio, che debb' essere trascorso, o da uno de' due intieramente, o da uno in parte, e in parte dall' altro: altrimenti non succederebbe l' urto. Cotesto spazio non può essere trascorso, che in un certo tempo; e la durata di questo tempo misura la velocità *rispettiva* d' essi due corpi, cioè la velocità, con che la distanza scema; o sia, che l' uno de' due resti nella quiete, o che si muovano tutti e due per lo stesso verso, o per versi contrarj, egualmente, più, o meno presto l' uno, che l' altro; di maniera che se due corpi A, P, *Figura* 16. distanti quattro piedi si raggiungono in un secondo di tempo, la velocità rispettiva è la stessa; o sia, che B solo trascorra lo spazio intero;

ro; o sia, ch'egli incontri A, il quale viene ad esso al secondo, o al terzo piede ec. purchè il moto, che li avvicina l'uno all'altro, segua in un secondo. Non occorre dunque confondere questa velocità rispettiva con la velocità *assoluta*, o propria di ciascun mobile; imperocchè si vede da questo esempio, che questa può variare in casi, ne' quali l'altra non si cambierebbe.

La velocità rispettiva data che sia, bisogna poi considerare le masse; imperocchè il corpo urtato oppone la sua inerzia al corpo, che urta; e abbiamo veduto altrove, che questa cotal resistenza si misura dalla quantità di materia contenuta, e legata sotto lo stesso volume. Deesi perciò presumere, che nell'urto una gran massa sia per ricevere meno di velocità, che una più piccola; e che per isvegliare maggior moto in uno stesso corpo converrà pur darne di più al mobile, che dee comunicarlo; perchè l'inerzia resiste non solamente al moto, ma eziandio ad un maggior moto, come abbiamo provato in altro luogo.

Quando abbiamo parlato del moto in generale, ci siamo astenuti dall'esaminare la natura di questa specie d'essere, o di modificazione; perchè queste sorte di quistioni appartengono più tosto alla Metafisica, che alla Fisica esperimentale. Per la stessa ragione noi non ci fermeremo a discutere, in qual maniera la velocità passi da un corpo all'altro. Ci ristrigneremo a' fatti, che si possono verificare; e nello scorrere per li casi più generali stabiliremo per via d'Esperienza alcune Proposizioni, che potranno aversi in conto di principj, o di leggi, alle quali riferir si potranno altri effetti più particolari, come conseguenze.

AR-

ARTICOLO PRIMO.

Dell' Urto de' Corpi non Elastici.

PRIMA PROPOSIZIONE.

Quando un Corpo in quiete è urtato da un altro Corpo, la velocità del Corpo, che urta, dee tra l' uno, e l' altro Corpo dividersi, secondo la proporzione delle masse.

VAle a dire, che dopo l' Urto i due Corpi continueranno a moversi secondo la direzione del corpo, che ha urtato; e che la velocità di questo, essendo stata diminuita dalla resistenza dell' altro, il rimanente, che sarà ad ambedue comune, debb' essere tanto minore, quanto averà più di massa il corpo urtato.

1. Laonde se il corpo in quiete sarà stato urtato da una massa eguale alla sua, la velocità dopo l' urto sarà ridotta a metà. 2. Se il corpo, che urta, è doppio dell' altro, resteranno due terzi della velocità. 3. Che se doppio di massa è il corpo urtato, la velocità dopo l' urto sarà solo il terzo di quel, ch' ella era prima. Mettiamo ora questi tre casi in Esperienze.

PRIMA SEZIONE.

PREPARAZIONE.

La macchina, ch' è rappresentata colla *Figura* 17. sia disposta in maniera, che il filo, il quale cade a piombo, sia parallelo alla linea AB; le due fila di sospensione CD, EF, sostengano in una stessa linea, ed alla stessa altezza i centri delle due palle di terra molle, ciascuna delle quali pesa due oncie, ed in maniera, ch' essendo in quiete, le loro superficie si tocchino in un punto: la prima graduazione de' due regoli mobili G, H, sia in fac-

cia

cia a ciascuno de' fili; e finalmente il piccolo cursore, o indice L sia posto un poco avanti la terza graduazione del regolo G; e l'altro indice M, in faccia alla sesta dell'altro regolo H.

EFFETTI.

La palla F portata in M, e lasciata al suo proprio peso va a colpire l'altra palla D: l'una, e l'altra si schiacciano ugualmente nel luogo del contatto; e dopo l'urto si movono tutte e due dallo stesso lato; ed il filo, che sospende la palla D, va a toccare l'indice L.

SPIEGAZIONI.

Quando la palla F è caduta per un arco di sei gradi, se non trovasse ostacoli giugnerebbe nella parte opposta per un arco simile. Della qual cosa ognuno può assicurarsi, levandole l'intoppo della palla D; e n'addurremo la ragione spiegando i fenomeni della gravità. Quando per tanto venendo ella dal punto M trovasi in F, il suo moto allora è tale, che può alzare la sua massa di due oncie in un arco di sei graduazioni. Ma una forza, che può trasportare una massa di due oncie a sei gradi di distanza in un dato tempo, non può portare, se non alla metà di questa distanza, una massa doppia in pari tempo. Ora quando la palla F incontra la palla D, la quale non le permette di passar oltre, se non trasportandola seco; ecco una velocità di sei gradi applicata ad una massa di quattr'oncie; e l'una, e l'altra insieme debbono cessare di muoversi dopo d'aver trascorso solamente tre gradi, come lo fa vedere l'esperienza.

Succede nel tempo dell'urto uno schiacciamento alle due palle; e nel caso presente questo schiacciamento è eguale da una parte, e dall'altra: due fatti, che meritano osservazione, e spiegazione particolare.

Abbiamo già detto, che niente si fa nella natura con indivisibile precisione, e per salto; e che gli effetti più pronti, i quali pajono istantanei a' nostri sensi, non sono mai prodotti, se non in un tempo finito; cioè in un tempo, la cui durata non è la più corta, che si possa immaginare. Quando le due palle cominciano a toccarsi, le parti più sporgenti della palla, che urta, hanno già perduto parte della loro velocità, nel mentre che il centro, e le parti più rimote hanno ancora tutta la loro: solamente dunque a capo di alcuni instanti (cortissimi per verità) cotesta massa rallentata prende una velocità egualmente ritardata in tutte le sue parti. Ma se le parti d'un corpo si muovono più presto l'une, che l'altre, la loro posizione relativa, o (ch'è lo stesso) la figura del corpo debb'essere mutata. Lo schiacciamento della palla F è dunque un effetto, ed una prova della sua velocità ritardata successivamente in più tempi.

La stessa cosa si dee dire della palla urtata: non passa già tutta in uno stesso istante dal suo stato di quiete a tre gradi di velocità: le parti immediatamente esposte all'urto, si muovono e prima, e più velocemente, che il centro, e l'emisfero opposto: e questi movimenti successivi cagionano una introcessione di materia, che cambia la figura.

Ma questi schiacciamenti nell'una, e nell'altra palla sono cagionati per l'inerzia, che s'oppone al cambiamento di stato di ciascuna d'esse; e questa inerzia è eguale alla massa: imperciò nell'urto di due corpi, i cui pesi sono eguali, e della stessa materia, li schiacciamenti debbono pur farsi egualmente da una parte, e dall'altra.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si fa la palla D di quattr' oncie; la palla F di due oncie: si lascia la prima in quiete: e si danno all'altra sei gradi di velocità; disponendosi il rimanente, come nella Esperienza.

EFFETTI.

Dopo l'urto, continuando le due palle a toccarsi, trascorrono insieme due gradi del regolo; e lo schiacciamento dall'una, e dall'altra parte è maggiore, che nel caso precedente.

SPIEGAZIONI.

La palla F discendendo sei graduazioni, riceve sei gradi di velocità; vale a dire, ch' ella può portare il suo proprio peso lo spazio di sei graduazioni verso la parte opposta. Ma essendo questo peso accresciuto di due terzi per l'incontro della palla D, che trasporta seco la sua forza, non basta più, che per un terzo dello spazio, che avrebbe trascorso, se nulla si fosse opposto al suo passaggio.

In quanto allo schiacciamento, debb' egli essere tanto maggiore, quanto più lungo tempo il corpo urtato ha resistito al suo traportamento; poichè, siccome abbiamo detto, è questa resistenza, che interrompe l'uniformità di velocità nelle parti di cadauna palla: ora nel caso presente la palla D resiste una volta più, che fatto non averebbe una palla di due oncie. Un maggior numero dunque di parti ha dovuto sprofondarsi.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In questa Esperienza si procede, come nell' altre due; eccettocchè solamente si danno alla palla D,

ch'è in quiete, due oncie di massa, e quattr' oncie alla palla F, che si fa muovere con sei gradi di velocità.

EFFETTI.

Le due palle unite dopo l' urto trascorrono quattro graduazioni; e gli schiacciamenti sono meno gagliardi, che ne' due casi precedenti.

SPIEGAZIONI.

Quello, che abbiamo detto, per ispiegare l' Esperienze precedenti, basta per render ragione di questa. Convien sempre considerare le due palle dopo l' urto, come facenti una stessa massa; e si dee por mente altresì, che sei gradi di forza, i quali poteano portare una massa di quattr' oncie in uno spazio di sei graduazioni, non ne possono trasportare una di sei egualmente lungi. Se la resistenza di quattr' oncie doveva consumare tutta la forza dopo questo spazio trascorso, un terzo d' aumentazione nel peso debbe altresì diminuire il terzo dello spazio; e per conseguenza in luogo di sei graduazioni, che avrebbe fatte la palla F sola, e senza ostacolo, essendo unita alla palla D, ch' ella ha messa in moto, non può più farne, che quattro.

Ma essendochè la palla D, la quale pesa due oncie, ha resistito meno, che quando ne pesava quattro, o tre, ha dato men luogo allo sprofondamento delle sue parti; e reciprocamente ha ritardato meno le parti anteriori della palla F. Imperocchè si capisce facilmente, che s' ella riceveste tutt' in un tratto, e in un istante indivisibile, tutta la velocità, che le debb' esser comunicata, non succederebbe alcun schiacciamento da una parte, nè dall' altra: poichè si torrebbe dalla palla F fin dal momento del contatto, e fuggirebbe con una velocità eguale a quella del corpo,

po, che urta: il che le farebbe schivare la di lui azione.

APPLICAZIONE.

Poichè nell'urto, dove l'uno de' due corpi è in quiete, la velocità del corpo urtante scema a proporzione della massa del corpo urtato, se ne dee trarre questa conseguenza, che il moto debb' essere insensibile dopo l'urto, se quello, ch'è in quiete, è infinitamente maggiore di quello, che viene a colpirlo; e per questa ragione, senza dubbio, una palla di cannone sembra ch'abbia perduto tutto il suo moto, quando è stata cacciata contro un terrapieno, o contro una grossa Torre; imperocchè la velocità, che gli rimane dopo il colpo, è verso quella, che ha comunicata, come la sua massa è verso la massa dell' ostacolo, ch'ella ha colpito; cioè, come una quantità infinitamente piccola verso una quantità infinitamente grande.

In conseguenza pure di questo principio si dice, che la più grossa massa è sempre traportata (benchè infinitamente poco) dalla percussione d'un piccioliſſimo corpo. Ma non veggo, che siamo sforzati di ammettere questa proposizione, come una sequela necessaria della legge, che abbiamo stabilita, quando non si suppone il corpo urtato assolutamente inflessibile; altrimenti, s'egli è tanto grande, quanto si può immaginare, la sua resistenza sarà sì durevole, che consumerà tutta la velocità sensibile del mobile, mercè l'introcessione delle parti cagionata dall'urto.

L'Esperienze, che abbiamo riferite, ci additano nè più nè meno, perchè generalmente tutti i corpi si rompano, o perdano più presto la loro figura urtando contro ostacoli inconcussi;

che quando ne incontrano de' mobili. Uno schifo urta in uno scoglio, e si spezza; ma non perisce poi, urtato da un altro schifo in quiete, ch' egli incontra. La ragione si è, perchè cedendo lo scoglio pochissimo, o niente al moto dello schifo, le parti di questo, che cominciano l'urto, hanno già perduta tutta la loro velocità, mentre le altre hanno ancora tutta la loro. Fassi dunque un cambiamento di figura: i pezzi sono sforzati, e si rompono, se l' urto è assai violento; dovechè, se il battello incontra un corpo ondeggiante, che ubbidisca alla sua impulsione, le parti esposte all' urto non sono intieramente fermate; e le altre sono a poco a poco ritardate, com' esse.

Gli Artefici, che lavorano col martello, dicono, che il colpo va falso, quando la materia, che lavorano, scappa al colpo; o sia perchè non è sufficientemente sostenuta; o perchè l' istrumento è mal diretto; e il Fabbro lamentasi con ragione di un' incudine troppo leggiera, e ch' è collocata sovra un piano poco solido; imperocchè allora il ferro, che maneggia, cedendo col suo punto d' appoggio, il colpo non ha tutto il suo effetto, come l' avrebbe, se l' incudine più immobile tenesse in una quiete perfetta la parte del ferro, che la tocca, mentre il martello batte sull' altra parte.

Il giuoco del maglio ha tanta correlazione alla nostra Prima Proposizione circa l'urto de' Corpi, ed all' Esperienze, che abbiamo adoprate per ispiegarla, ch' è quasi inutile di farne quì l' applicazione. Per poco, che vi si badi, si vedrà, sopra di che sono fondate le proporzioni, le quali conviene mettere tra la massa del maglio, e della palla; come l'uno, mercè d'un lungo manico, riceve dal Giocatore una grandissima velocità; perchè,

chè, ed in qual ragione una parte di questa velocità è comunicata all' altra ec.

II. PROPOSIZIONE.

Quando due Corpi, che si muovono dallo stesso verso con velocità ineguali, vengono ad urtarsi; o sia, che le loro masse sieno eguali, o no, continuano a muoversi insieme, e nella loro prima direzione con una velocità comune, meno grande, che quella del corpo, da cui è venuto l' urto; ma più grande, che quella del corpo urtato, avanti la percussione.

Dacchè si suppone, che i due Corpi si muovano nello stesso verso, bisogna necessariamente, che quegli, il quale precede, vada men presto, che l' altro, per essere urtato. Imperocchè se andassero amendue con velocità, è evidente, che non s' accosterebbono; e per conseguenza non succederebbe urto. Quando il corpo, che ha più di velocità, incontra quello, che ne ha meno, la lentezza dell' uno fa ostacolo all' altro; ma quest' ostacolo è mobile, ed ha seco a dividere l' eccesso di velocità del corpo, che urta, in ragione della sua massa, siccome di sopra si è fatto vedere. L' Esperienze, che seguono, faranno conoscere, con qual proporzione sia ritardata la velocità in uno, e accelerata nell' altro.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien fare le palle D, ed F del peso di due oncie per cadauna, e lasciarle cadere nello stesso tempo, l' una per un arco di tre graduazioni; e l' altra per un arco di sei, presi dallo stesso lato.

EFFETTI.

Queste due palle si raggiungono nel sito, dove le loro fila di sospensione si trovano perpendicolari

all'Orizzonte: si fa nell'una, e nell'altra un piccolo schiacciamento; dopo di che continuano a muoversi insieme dallo stesso lato, e trascorrono un arco di quattro gradi, e mezzo.

SPIEGAZIONI.

Avendo la palla F sei gradi di velocità propria contro tre, si è avvicinata alla palla D con una velocità rispettiva, ch' era tre, eccesso di sei sopra tre. Diremo in altro luogo, perchè quando il loro moto si fa in archi dello stesso circolo, quantunque ineguali, le due palle si urtino precisamente nel sito più basso della loro caduta.

In quanto agli sprofondamenti delle parti, che si toccano nell'urto, debbono essere proporzionali alla velocità rispettiva, ch' è minore della velocità assoluta, o propria della palla percuziente, nel presente caso, ove la palla percossa, la quale si move per lo stesso verso, si sottrae in parte dal suo sforzo.

Finalmente le due palle trascorrono insieme un arco di quattro gradi e mezzo; vale a dire, che la loro velocità comune paragonata a quella della palla F avanti l'urto si trova diminuita d'un quarto; il ch' era da aspettare; imperciocchè il corpo percuziente avendo sei gradi di velocità, ed incontrando un altro corpo d'una massa eguale alla sua, che n'ha sol tre, dee perderne tanto, quanto è mestieri, ch' egli ne comunichi all'altro, per metterlo in istato d'andar così veloce, ch' esso: ora l'egualità delle masse esige, che glie ne dia uno e mezzo, ch' è la metà di tre, differenza delle velocità avanti l'urto: e uno e mezzo tolto da sei, ed aggiunto a tre, fa, che trovisi quattro e mezzo dell'uno, ed altrettanto nell'altro.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Questa Esperienza si fa, come la prima; con questo divario, che la palla D pesa quattr' oncie, e la palla F due oncie, restando le velocità in ragione di tre a sei.

EFFETTI.

Dopo l'urto le due palle continuano a muoversi insieme, gli schiacciamenti sono più grandi, che nella passata Esperienza; e l'arco, ch' elleno trascorrono, è di quattro graduazioni.

SPIEGAZIONI.

Tutto quello che abbiamo detto per ispiegare la Prima Esperienza, basta per fare intendere questa: convien solo applicare le medesime ragioni ritenendo le proporzioni. L'eccesso di velocità nella palla F avanti l'urto era tre, che ha dovuto scemare di due terzi per la resistenza della palla D, la cui massa è doppia; perciò dopo l'urto si sono dovuti trovare quattro gradi di velocità; poichè di sei, ch' erano nel corpo percuziente, se ne sono perduti due, per l'azione, che ha renduto la velocità uniforme in ambe le palle.

Gli schiacciamenti sono stati più grandi, che nella Prima Esperienza; perchè la resistenza del corpo urtato è stata più forte; il che tosto si scorgerà, se si porrà mente, che la palla D, essendo di quattr' oncie, ha consumato un terzo della velocità del corpo urtante; laddove, essendo solamente di due oncie nel caso precedente, n'ha sol consumato il quatto.

III. ESPERIÆNZA.

PREPARAZIONE.

Si dà alla palla D due oncie di massa ; alla palla F quattr'oncie ; e si mettono le velocità nella ragione di sei a tre.

EFFETTI.

La palla D dopo l'urto è trasportata dalla palla F ; di maniera ch'elleno trascorrono insieme un arco di cinque graduazioni ; e gli schiacciamenti sono minori, che nelle due Esperienze precedenti.

SPIEGAZIONI.

La palla F spartendo il suo eccesso di velocità, ch'è tre, con una massa, ch'è la metà men grande della sua, ne ritiene i due terzi : le due masse unite insieme dopo l'urto debbono dunque rappresentare sei gradi di velocità, meno uno, ch'è stato tolto dalla resistenza del corpo urtato, innanzi che prendere un moto uniforme a quello del corpo urtante.

Gli schiacciamenti sono stati men grandi, che ne' precedenti casi ; perchè la resistenza è stata meno forte della parte del corpo urtato ; imperciocchè due oncie di massa resistono meno a quattr' oncie, che quattro a due, o due a 2 ; le velocità stando sempre nell'istessa proporzione.

APPLICAZIONI.

Egli è facile vedere dalle Sperienze della seconda proposizione, che dopo l'urto di due corpi, l'uno de' quali va più presto, che l'altro nella stessa direzione, le velocità proprie, per diventare uniformi, si cambiano nell'uno di più in meno, e nell'altro di meno in più ; poichè quella del corpo D è stata accresciuta ; e quella del corpo F al contrario ha sofferto qualche diminuzione. Così per appunto una barca, che ubbidisce all'impulsione

de'

de' remi, riceve un accrescimento di velocità, ritardando la velocità d' un volume d' aria agitata; nella direzione della quale vien guidata essa barca; ella va men velocemente, che il vento; ma il suo moto è sempre più pronto, che se andasse solamente a forza di braccia.

Il più rapido volo, il più leggier corso non toglie, che il piombo d' un Cacciatore non colpisca il selvatico, il quale gli fugge dinanzi; ma a distanza eguale il colpo è men sicuro, che se l' animale posasse in qualche luogo, o venisse per un verso contrario; e si sa, che un lepre, un daino ec. a chi si tira in fianco, è più facilmente fermato, che quando fugge davanti al colpo. Una delle ragioni, che se ne può dare, si è, che allora la velocità rispettiva del piombo è maggiore, perchè l' animale si move in una direzione, che poco, o niente lo allontana dal Cacciatore; e per questo verso egli è, come fisso. Abbiamo veduto dall' Esperienze della prima Proposizione, che in caso simile, la percussione è maggiore.

III. PROPOSIZIONE.

Se i due corpi, che debbono urtarsi, si muovono per versi direttamente opposti, il moto perirà nell' uno, e nell' altro, o almeno nell' un de' due: se resta moto dopo l' urto, i due corpi anderanno per lo stesso verso; e la quantità del loro moto comune sarà eguale all' eccesso dell' uno de' due avanti l' urto.

Vale a dire, che nel caso, in cui li due moti fossero uguali avanti l' urto, i due mobili sarebbono ridotti alla quiete. E se l' uno de' due avanti il contatto n' aveva di più, non resterà dopo la percussione, se non la quantità eccedente; e questa sarà il moto comune de i due corpi. Due Esperienze faranno ciò conoscere ad evidenza.

PRI-

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La palla D pesando due oncie, e tante pur pesandone la palla F, una d'esse si solleva per un arco di sei graduazioni da una parte, e l'altra per un arco simile dal lato opposto; e si lasciano venire giù nello stesso tempo.

EFFETTI.

Questi due corpi s'incontrano nel luogo più basso della loro discesa, dove restano in quiete; ed i loro schiacciamenti sono maggiori, che nei casi, ne' quali la palla F è caduta per un arco simile contro la palla D quieta, o che le fuggiva dinanzi.

SPIEGAZIONI.

In questa Sperienza la quantità del moto è quinci, e quindi eguale; imperocchè nell'una, e nell'altra palla avanti l'urto si contano sei gradi di velocità moltiplicata per 2 oncie di massa. Due corpi, che s'incontrano, mentre vanno per contrario verso, si fanno reciprocamente resistenza: quì da una parte, e dall'altra la forza è ritenuta in equilibrio per una resistenza eguale; e quest'equilibrio fa nascere il riposo ne' due mobili. Gli schiacciamenti sono maggiori, che non sono stati nelle Sperienze delle due prime proposizioni, ove abbiamo sempre dato sei gradi di velocità al corpo urtante; ma conviene avvertire, che in questa la velocità rispettiva, donde dipende la forza dell'urto, è duplicata, o più che duplicata. Imperocchè quando la palla D era in quiete avanti l'urto, la velocità rispettiva di F non era altro, che la sua velocità propria; cioè sei, o meno, che sei, quando la palla D le fuggiva dinanzi: quì avendo le due palle ciascheduna 6 gradi di velocità propria, mentre vanno una verso l'altra, la velocità rispettiva è

do-

dodici; cioè lo spazio, che le separa avanti l'urto, è trascorso in una volta meno di tempo.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Fansi muovere le due palle D, ed F, l'una verso l'altra, come nella Sperienza precedente; e mettonsi le loro quantità di moto nella ragione di 12 a 24 raddoppiando la massa, o la velocità di F.

EFFETTI.

Le due palle dopo l'urto continuano a muoversi nella direzione di F con due gradi di velocità, se si è raddoppiato il moto per la massa; o con 3, se si è raddoppiato per la velocità.

SPIEGAZIONI.

Se i 24 gradi di moto della palla F le vengono da quattro oncie di massa, e da sei gradi di velocità, quand'ella incontra la palla D, che le viene al suo verso con dodici gradi di moto, prodotto da due oncie per 6 di velocità, ella oppone la sua doppia massa, e la metà della sua velocità per fermarla, e ciò basta; imperocchè tre di velocità, moltiplicando quattro di massa, eguaglia tutto il moto della palla D, ch'è dodici: restano dunque alla palla F tre gradi di velocità, con li quali ella continua a operare sopra D, che considerar dobbiamo, come in quiete immediatamente dopo il contatto. Ma ella non può muovere un corpo in quiete, se non comunicandogli della velocità a costo della sua; e abbiamo veduto che questa comunicazione si fa in ragione delle masse. Come che la palla D ha due oncie di massa contro quattro, la palla F perde un terzo della velocità, che le resta; e però la velocità comune dopo l'urto è 2 per due masse, le quali prese insieme sono eguali a sei oncie.

Ve-

Vedesi dunque, 1. che il moto, il quale resta dopo l'urto, è eguale alla differenza delle due quantità avanti l'urto; imperocchè 12 è l'eccesso di 24 sopra 12: 2. che questa differenza divisa per la somma delle masse dà la velocità comune dopo l'urto, imperocchè 12 diviso per sei, somma di 2, e di 4 oncie, dà due di velocità, come ha mostrato l'esperienza.

La stessa cosa si troverebbe, se si avesse raddoppiato il moto della palla F, raddoppiando la sua velocità propria. Imperocchè allora per fermare la palla D, che si suppone avere 12 gradi di moto, ed eguale in massa, ella perderebbe sei gradi di velocità; e per trasportarla seco, bisognerebbe, che gliene comunicasse ancora tre, di sei, che le restano. Dopo l'urto, resterebbono dunque tre gradi di velocità comune a quattro oncie di massa, somma delle palle; e per conseguenza la quantità di moto sarebbe sempre 12 differenza tra 24 e 12.

APPLICAZIONI.

Queste ultime Esperienze fanno generalmente conoscere, perchè convenga impiegare maggior forza, affine di respignere un mobile per un verso contrario al suo moto, che per unicamente fermarlo. Imperocchè non solo s' ha da operare una forza equivalente alla sua per vincere il suo primo moto; ma s' ha ancora da aggiugnere tutta quella, ch' è necessaria per fargliene ripigliare un altro. Quindi è, che si usa più sforzo per far retrogradare una palla, che rotola sopra un piano, che per fissarla opponendosi al suo corso. Ma abbiamo veduto nello stesso tempo, che lo sforzo d' un mobile, il quale viene contro d' un altro, può crescere e per la velocità, e per la massa. Non si dee dunque maravigliarsi, che i Giocatori di pal-

palle trovino alle volte troppo leggiera la racchetta; poichè supponendo il colpo menato colla stessa velocità, il suo effettto debb' essere minore, se la massa, colla quale è portato, è più debole.

COROLLARIO.

Segue dalle due prime Proposizioni, e dalle Sperienze addotte per provare: 1. Che quando i movimenti non sono reciprocamente opposti, le due masse riunite dopo l' urto rappresentano la stessa quantità di moto, che sussisteva in una d' esse; o in tutte e due avanti il contatto. Pigliamo la prima Esperienza della prima Proposizione per esempio.

Avanti l' urto, tutto il moto risiedeva nella palla F, e la sua quantità era 12 prodotto di sei gradi di velocità per due oncie di massa. Dopo l' urto, la quantità del moto nelle due palle riunite è ancora 12. prodoto di quattro oncie di massa per 3 di velocità comune. Si può facilmente applicare questo calcolo alle altre Esperienze, e si troverà sempre la stessa cosa.

Da questa prima conseguenza ne nasce un' altra; ed è, che se si conosce la velocità comune dopo l' urto, si può conoscere qual sia la somma delle masse; e reciprocamente la somma delle masse farà conoscere la velocità comune. Prendiamo per esempio la prima esperienza della seconda proposizione.

La somma de' movimenti avanti l' urto era 18, vale a dire 12, prodotto di due oncie per 6 di velocità; e 6 prodotto di due oncie per tre di velocità. Secondo la prima conseguenza, dopo l' urto le due masse debbono rappresentare insieme una quantità di moto, ch' eguagli 18. So, che la massa totale è quattro oncie; divido 18 quanti-

tà

tà del moto per 4, somma delle masse; ed ho quattro, e mezzo per la velocità comune.

Parimente io so, che la velocità comune è quattro e mezzo: conosco, che la somma delle masse è quattro, dividendo 18 per quattro e mezzo.

Finalmente dalla terza proposizione si vede, 1. che quando i corpi si urtano per versi contrarj, perisce una parte del moto: 2. che si può giudicare, come negli altri casi, dalla velocità comune dopo l'urto, dal confronto delle masse, quali sieno state le velocità proprie avanti l'urto; ovvero si può giudicare, qual sia la proporzione scambievole delle masse dalla comparazione della velocità comune con le velocità proprie.

ARTICOLO II.

Dell' urto de' corpi, che hanno Elaterio.

IN tutte le Sperienze, che hanno servito di prove alle proposizioni enunziate sopra la percussione de' corpi non elastici, abbiamo sempre osservato due effetti principali; cioè una comunicazione di moto del corpo percuziente al corpo percosso; ed un cambiamento di figura, ovvero schiacciamento nell'uno, e nell'altro, nel luogo del contatto. Questi due effetti hanno una cagion comune, ch' è la percussione: per questa azione trasmettesi la velocità, e uniformemente si distribuisce tra le due masse; ma mentre si fa questa ripartizione tra i due corpi, le loro figure si mutano, e lo schiacciamento, che ne risulta, dipende particolarmente dalla resistenza più, o men lunga del corpo percosso; laonde, quand' anche la velocità rispettiva fosse sempre la stessa, la grandezza degli schiacciamenti sempre varierebbe, secondo la mutua proporzione delle masse, che si urta-

tano; come s'è potuto offervare dalle precedenti Esperienze.

Nell'urto de' corpi, che hanno elaterio, la natura segue tuttavia le medesime leggi, ch'ella si ha prescritte, e che noi abbiamo riconosciute nella percussione de' corpi non elastici; ma però che le parti affondate dalla percussione si restituiscono, colla stessa velocità, che sono state mosse di luogo: quest'ultimo effetto, che si mischia con quello del moto comunicato, reca non picciola differenza in ciò, che ne risulta.

Converrà dunque attentamente distinguere due sorte di movimenti nella percussione de' corpi elastici; l'uno, ch'è indipendente dall'elaterio, e che noi chiameremo *moto primitivo*; l'altro, che nasce dalla reazione de' corpi schiacciati, o compressi nell'urto, e che chiameremo *moto di elaterio*, *moto riflesso*, o semplicemente *reazione*.

PRIMA PROPOSIZIONE.

Quando un corpo elastico va a colpire un altro corpo simile, il quale è in quiete, od il quale si muove pello stesso verso, che lui; questi secondo dopo l'urto si muove nella direzione del corpo, che l'ha percosso, e con una velocità composta di quella, che gli è stata data immediatamente, o per comunicazione; e di quella, che acquista per la sua reazione dopo l'urto; ed il corpo percuziente, la cui molla, o elaterio opera per verso contrario, perde in tutto, o in parte ciò, che aveva conservato della sua prima velocità; e se il suo moto riflesso eccede il restante della sua prima velocità, egli retrograda, secondo il valore di questo eccesso.

Queste espressioni generali meglio s'intenderanno, se ne faremo qualche applicazione. Supponiamo dunque, che le masse sieno eguali; in conse-

guenza di questa prima proposizione, io dico; che dopo l'urto, quel de' due corpi il quale era in quiete, riceverà e per comunicazione, e per la sua reazione una quantità di moto eguale a quella, che avea l'altro corpo avanti la percussione; e che questo sarà ridotto alla quiete per forza della sua molla, la quale distruggerà il resto della sua velocità primitiva.

Se si suppongano le masse ineguali, ed il corpo urtato sia più piccolo, tutti e due dopo l'urto anderanno nella direzione del corpo, che ha urtato; ma questo avrà meno di velocità, che l'altro.

Finalmente se il corpo urtato averà più massa, che l'altro, anderà solo nella direzione del corpo, da cui l'urto è proceduto; e questo ritornerà indietro.

Mettiamo in fatto queste tre suppositioni con altrettante esperienze, le quali serviranno di prove alla nostra prima proposizione, ed alle conseguenze, che ne dedurremo. Ci serviamo di palle d'avorio ben rotonde, sospese a fili, come quelle di terra molle; e adoperiamo la medesima macchina.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La palla D in quiete pesa due oncie, la palla F, ch'è eguale, discende per un arco di sei graduazioni.

EFFETTI.

Dopo l'urto la palla F rimane in quiete nel luogo del contatto; e la palla D trascorre un arco di sei graduazioni nella parte opposta; il che fa vedere, che il corpo urtato ha ricevuto una velocità eguale a quella del corpo, da cui l'urto è provenuto.

SPIEGAZIONI.

Avendo la palla F incontrato la palla D quieta, le

le ha comunicato la metà della sua velocità a cagione dell' eguaglianza delle masse; e ne ha ritenuto 3. per la stessa ragione, continuando a muoversi nella stessa direzione. Tale sarebbe l' effetto totale di questa percussione, se le palle non avessero elaterio; siccome nella seconda Esperienza dell' articolo primo s' è veduto. Ma a cagione dell' elasticità, la palla D compressa, o schiacciata si rimette, appoggiandosi contro la palla F; il che fa, che questa reazione la spinge innanzi con altrettanto di velocità, con quanta è stata compressa. Ora questa velocità è la metà di quella, che ha fatto incontrare le due palle; vale a dire, tre gradi. Così dopo l' urto la palla D si muove con sei gradi di velocità; cioè tre, che ha ricevuti per comunicazione; e 3, che le vengono dalla sua reazione.

La palla F ha conservato i gradi della sua velocità primitiva; ma la sua reazione, ch' è eguale, si fa per un verso contrario, e la riduce in quiete.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Essendo la palla D di due oncie, e la palla F di quattro oncie, si danno a questa 6. gradi di velocità, stando l' altra in quiete.

EFFETTI.

Dopo l' urto la palla D trascorre otto graduazioni nella direzione della palla F; e questa continua a muoversi dallo stesso lato; e trascorre due graduazioni.

SPIEGAZIONI.

Bisogna considerare da bella prima il moto comunicato in ragione delle masse indipendentemente dall' elaterio; e veder poi ciò, che la reazione aggiugne a questo primo effetto; o ciò, ch' ella ne diminuisce.

Se le palle non fossero elastiche, F di quattro oncie incontrando D di due oncie in quiete non perderebbe, se non due gradi di velocità dei sei, ch' ella ha; e le due masse se ne anderebbono dal lato stesso con un moto comune, la cui velocità sarebbe quattro; come abbiamo veduto di sopra (*), Ma dopo l' urto, vi è reazione reciproca tra le due palle a cagione della loro elasticità; e questa reazione è eguale a quattro gradi di velocità comunicata, che hanno cagionato la compressione. Convien dunque avere questa reazione in conto di una forza, la quale si spiega tra le due palle per rispignerle di qua, e di là; ella concorre col moto comunicato alla palla C, e l' accresce per metà. Tende al contrario a distruggere quello, che resta alla palla F; ma convien por mente, che quest' ultima massa è di quattro oncie, doppia dell' altra; e che la reazione, la quale può far avanzare quattro oncie di quattro spazj, non può farne retrogradare, se non 2. ad un peso, ch' è doppio: così la palla F ad onta della sua reazione avanza ancora due graduazioni dopo l' urto, in virtù del suo moto primitivo.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La palla F di due oncie va a colpire con sei gradi di velocità la palla C in riposo, la quale pesa quattro oncie.

EFFETTI.

Dopo l' urto, la palla D trascorre quattro graduazioni nella direzione della palla F, e questa ritorna in dietro lo spazio di due graduazioni.

SPIEGAZIONI.

La resistenza della palla D contro la palla F ha ri-

(*) Prima Prop. III. Esp.

ridotto la velocità primiera da sei a due, in virtù della sua doppia massa; ma li due gradi di velocità, ch' ella ha ricevuti per comunicazione, hanno cagionata una reazione di egual valore; il che fa, ch' ella trascorre quattro graduazioni più oltre. La medesima reazione operando sopra F, che pesa solo due oncie, ha dovuto produrre un effetto doppio; vale a dire, che in virtù del suo elaterio trascorrerebbe quattro graduazioni indietro; ma ha ritenuto due gradi della sua prima velocità: questo effetto si riduce dunque a metà; e non ne trascorre, che 2.

APPLICAZIONI.

Si è potuto osservare dagli effetti delle tre esperienze riferite per prova della nostra prima proposizione, che il moto di reazione raddoppia sempre quello, che il corpo urtato acquista per comunicazione. Imperocchè quando la palla D in virtù del moto primitivo di F non avrebbe dovuto avere, se non 2, 3, o 4 gradi di velocità, si è veduto, che ne avea 4, 6, od 8.

Si è dovuto altresì osservare, che questa medesima reazione, la quale raddoppia il moto del corpo percosso per andare innanzi, tende con altrettanta di forza a rispignere il corpo percuziente in dietro, ma che quest' ultimo effetto scema, come cresce la massa. Imperocchè per esempio, quando in virtù di questa forza la Palla D di due oncie riceveva quattro gradi di velocità per correre innanzi, la palla F di quattro oncie riceveano 2. per retrocedere.

Queste due osservazioni faranno comprendere la ragione di molti effetti, i quali si hanno sotto gli occhi alla giornata, e che si durerebbe fatica a spiegare, se s' ignoraffero questi principj.

Tutti gli Artefici, che lavorano in camera so-

tra piccole incudi, o sopra mucchj d' acciajo, come i Brunitori, gli Orefici, gli Orivolaj ec. non omettono di attutare i colpi con un rotolo di stuoje, o con altre cose equivalenti, sopra il qual rotolo posano la lieva, o base di legno, che sostiene l' istrumento. Se non usassero questa precauzione, una gran parte della forza impressa col martello sarebbe trasmessa al suolo, e cagionerebbe scuotimenti pregiudiziali a tutto il tavolato.

Per ragioni simili si costruiscono di pietre cotte, o mattoni i ripari delle Piazze fortificate: se si facessero di qualche pietra dura, le cannonate percuotendo cotesti corpi elastici trasmetterebbono il loro moto ad una maggiore profondità, e cagionerebbono molto danno.

Gli effetti, che risultano dalla reazione reciproca di due corpi elastici, i quali sono compressi dall' urto, sarebbono gli stessi, se questi due corpi, facendo astrazione dalla loro molla, avessero fra loro stretta, o compressa una terza materia capace di restituirsi nel suo primo essere: come se, per esempio, un anello d' acciajo *Fig.* 18. fosse colpito da una parte, e dall' altra nello stesso tempo da due palle A, e B, sospese a due fila; questo anello compresso dal doppio urto rispignerebbe restituendosi i due corpi, che colpito l' avessero, a distanze proporzionali alle loro masse; cioè egualmente lungi, se fossero eguali; o più lungi quello dei due, che meno pesasse.

La stessa cosa si dee aspettare da un corpo, la cui molla anteriormente tesa venisse a restituirsi tra due mobili; come se l' anello d' acciajo predetto compresso da un filo diametrale venisse a rimettersi contro i due corpi A, e B: eglino sarebbono tutti e due rispinti per un verso contrario, e

a di-

a distanze, le quali sarebbono in ragione reciproca dei pesi.

Questi effetti, che sono conseguenze della nostra prima proposizione, debbono servire a spiegar il rinculamento delle arme da fuoco, quello de' razzi, ed altri simili fuochi artifiziali ec. Imperocchè si dee considerare la polvere, che si accende tra la culatta, e la palla, come una mossa, la quale si dispiega da una parte, e dall' altra: la sua azione produce nei due mobili una velocità, ch' è tanto maggiore nell' un de' due, quanto la sua massa è più piccola relativamente all' altro. Perciò essendo il cannone, il moschetto, ec. (sopra tutto se si pon mente agli ostacoli, che li ritengono) molto più difficili da muovere, che la palla, onde sono caricati, facilmente si capisce, perchè quest' ultimo mobile riceva dalla polvere infiammata una velocità incomparabilmente maggiore.

Un' altra ragione contribuisce ad accrescere la velocità della palla; ed è una certa lunghezza nel cannone, che dà tempo alla polvere d' accendersi, e di sfoderare tutta la sua azione: s' egli è troppo corto, il piombo è già uscito, avanti che l' esplosione sia intieramente fatta: quest' è una delle ragioni, per le quali le pistolle da saccoccia non tirano mai così lontano, come i fusili; il perchè si fa la canna di questi più lunga, quando si destinano a tirar da lontano. Ma questa lunghezza ha i suoi limiti, i quali se si eccedono, in luogo di contribuire alla palla una maggiore velocità, se le fa perdere tutt' all' opposto per uno sfregamento inutile parte di quella, ch' ella avrebbe, se la canna avesse miglior proporzione.

Quanto al dar addietro, si può dire generalmente, che supponendo la quantità, e la qualità della polvere eguale, un fusile rispinge tanto più, quanto

la carica di piombo più resiste, o per lo suo peso, o per la borra, che la ritiene.

Un razzo si solleva, perchè la sua parte inferiore, la quale s' infiamma, fa l' ufizio d' una molla, la quale opera da una parte contro il corpo del razzo; e dall' altra contro un volume d' aria, che non cede così presto, com' è colpito; e però che cotesta molla rinovasi continuamente per l' infiammazione successiva di tutte le parti del razzo, ne accelera il moto per due ragioni; 1. perchè risiedendo nel mobile stesso, aggiugne sempre alla sua velocità; 2. perchè il peso, o la resistenza di questo mobile scema ad ogni istante per la dissipazione delle parti, che ardono.

Quì si potrebbe dimandare, perchè sul panno d' un trucco, allorchè una palla è spinta contro di un' altra, ch' è in quiete, non accada la stessa cosa, che nella prima esperienza, la quale par che sia lo stesso caso? Forse perchè essendo le palle uguali, quella, che colpisce, continua quasi sempre a muoversi? Ma non dovrebbe ella restar senza moto dopo l' urto, come accade alla palla E, quando incontra D in quiete?

Avvegnachè questi due casi pajano simili, differiscono nulladimeno, in quanto che la palla E della nostra prima esperienza ha un moto semplice, e diretto; dovechè la picciola palla di trucco, che le si aguaglia, ne ha due. Imperocchè non solo il suo centro è portato in linea retta; ma nello stesso tempo ella rotota sul piano; e tutte le parti della sua superficie descrivono cerchi paralleli attorno del loro asse. Quand' ella incontra una palla in quiete, il moto diretto della sua massa totale è fermato, per le ragioni, che abbiamo riferite; ma quello delle sue parti attorno dell' asse comune sussiste; di maniera che nell' instante dell'

ur-

urto, se il piano svanisse, ed ella fosse sostenuta per li suoi poli, la vedremmo girare senza avanzar, nè rinculare; ma se questo moto di rotazione si fa sopra un piano, conviene di necessità, ch' egli porti innanzi la palla; la qual cosa facilmente si concepisce.

II. ESPERIENZA.

Se due corpi elastici eguali, o ineguali in massa vengono ad urtarsi con velocità proprie, che sieno eguali, o ineguali, dopo l' urto si separano, e la loro velocità rispettiva è la stessa che prima dell' urto.

Imperocchè se questi due corpi fossero senza elaterio, o si fermerebbono reciprocamente; o l' uno dei due traporterebbe via l' altro; come s' è veduto dalle sperienze del primo articolo. Se si separano, ciò dunque avviene unicamente in virtù della loro reazione: ma abbiamo veduto pure, che questa reazione è eguale alla compressione, la quale è, come la velocità rispettiva avanti l' urto: quella, che ne risulta dopo l' urto debb' essere dunque simile; e ciò vien confermato dall' esperienza.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La palla D, che pesa due oncie; e la palla F, che pesa altrettanto, fannosi cadere l' una contro l' altra per archi di 6 gradi per ciascuno. Questo è il caso, ove le masse, e le velocità proprie sono eguali.

EFFETTI.

Dopo l' urto, le due palle si separano; e trascorrono ciascuna dal suo canto un arco di 6 graduazioni; così le velocità proprie sono di sei gradi; e la velocità rispettiva di 12, come avanti l' urto.

SPIEGAZIONI.

Le due palle urtandosi fra loro con forze eguali hanno perduto tutto il loro moto primitivo; ma la reazione eguale alla forza, con la quale si sono compresse, o (ch' è la stessa cosa) alla loro velocità rispettiva, le ha rimesse in istato di ricorrere le 6 graduazioni, che trascorse aveano discendendo.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien dare alla palla D quattr' oncie di massa, e alla palla F 2 oncie; e farle cadere l' una contro l' altra: la prima per un arco di quattro graduazioni; e la seconda per un arco di otto; questo è uno de' casi, ove ci ha inegualità di masse, e di velocità proprie, quantunque la velocità rispettiva sia ancora 12.

EFFETTI.

Le due palle, dopo d' essersi urtate, ritornano al luogo, donde sono partite avanti l' urto; il che fa vedere, che la velocità rispettiva è la stessa che innanzi.

SPIEGAZIONI.

Se le palle D, ed F di questa Esperienza non avessero molla, si fermerebbono reciprocamente, perchè le loro forze sono eguali; imperciocchè quattr' oncie di massa moltiplicate per quattro gradi di velocità danno sedici per la quantità del moto; il ch' è eguale a 8 gradi di velocità moltiplicata per 2 oncie di massa. Ma queste due palle sono elastiche, e la loro compressione è l' effetto d' una velocità rispettiva di dodici gradi; la reazione è dunque una pari velocità applicata da una parte a una palla di due oncie, e dall' altra a una palla di quattr' oncie; ma la forza, che può trasportare 2 oncie ad 8 graduazioni, non può farne tra-

trascorrere, che quattro ad una massa di quattr' oncie nello stesso tempo. Quindi le due palle, dopo l'urto, han dovuto ritornare ai luoghi, donde erano partite, come l'ha mostrato l'Esperienza.

APPLICAZIONI.

Quello che abbiamo insegnato intorno alla percussione di due corpi elastici, ha luogo altresì, dove ce ne sia un maggior numero, contigui gli uni agli altri; e questi effetti s'eseguiscono con una ammirabile prontezza. Se si spendono, per esempio, sette, od otto palle d'avorio in maniera tale, ch'elleno abbiano i loro centri in una stessa linea, come rappresenta la *Fig.* 19. e se si fa cedere la prima per un arco di cerchio contra la seconda, l'ottava si separerà dall'altre con una velocità simile a quella, che avrebbe avuto la seconda dopo l'urto, se nulla si fosse opposto al suo passo; e se se ne faranno cadere due insieme contro la terza, l'ultime due si separeranno dalle altre, le quali resteranno in quiete.

Parimente se si farà cadere l'ottava contro la settima da una parte, e dall'altra la prima contro la seconda: queste due palle percuotenti ricorreranno dopo l'urto per gli stessi archi, che trascorsi averanno discendendo, come se la loro percussione fosse stata immediata.

Per ispiegare questi effetti, bisogna recarsi a memoria quello, che abbiamo detto a carte 197., che una palla elastica, nell'instante dell'urto prende una figura ovale, mercè di cui non solo la parte urtata è ravvicinata al centro; ma quella ancora, ch'è diametralmente opposta. Coteste due parti si restituiscono subito nell'essere di prima e con velocità eguali a quella, con la quale s'è fatta la loro compressione. Si capisce dunque, che la seconda pal-

palla percossa dalla prima si separa tosto alquanto dalla terza; e che avendo ella preso, e per comunicazione, e per reazione una velocità eguale a quella del corpo, che l'ha urtata, come s'è spiegato nella prima Esperienza della prima Proposizione, ella fa sulla palla seguente ciò, che la prima ha fatto sopra di essa. Lo stesso si fa dalla terza alla quarta; e così di mano in mano fino all'ultima, la quale non essendo da cosa alcuna ritenuta ubbidisce all'impulsione, che riceve; e descrive un arco, il quale esprime una velocità simile a quella del primo corpo percuotente.

Questi esempj di moti comunicati da corpi elastici, e contigui potranno servirci in decorso, per convalidare alcune opinioni (per altro verisimili) circa certi fenomeni, sopra la cui spiegazione sono ancor in disparere i Fisici. Per ora ci contenteremo di stabilire questi principj d'Esperienza, i quali poi riassumeremo, e adopreremo, secondo che l'ordine delle materie lo permetterà.

COROLLARIO.

Si è potuto osservare dall'Esperienze, che abbiamo riferite, che quando i corpi elastici si urtano in maniera tale, che vadano nella stessa direzione, o che l'uno dei due resti in quiete dopo l'urto, la somma de' movimenti è la stessa dopo, come prima della percussione; imperocchè immediatamente avanti l'urto della prima Esperienza tutto il moto risiede nella palla E, e la sua quantità è dodici; cioè sei di velocità moltiplicata per 2 di massa; e dopo l'urto pari quantità si ritrova nella palla D, che si muove sola.

Ma se l'uno dei due ritorna in dietro, la quantità del moto trovasi maggiore dopo, che avanti l'urto, come apdare dall'effetto della terza Esperienza; imperocchè avanti che la palla F incontri

la

la palla D in quiete, la sua quantità di moto è dodici; cioè 6 di velocità moltiplicata per due oncie; e dopo la percussione la somma de' movimenti è 20; cioè nella palla D sedici, prodotto di quattr' oncie per quattro gradi di velocità; nella palla F quattro, prodotto di 2 oncie per 2 di velocità.

Non solamente la somma de' moti è più grande dopo l'urto; ma quello del corpo urtato eccede eziandio in quantità quello del corpo, dond' è provenuto l'urto avanti il contatto. Imperocchè nella palla F avanti l'urto il moto era 12; e dopo la percussione è 16 nella palla D, come l'abbiamo poc' anzi osservato.

Questo eccesso, o questa differenza di moto nel corpo percosso eguaglia precisamente la quantità di quello, che retrograda dopo l'urto; il che si scorgerà subito, se si porrà mente, che la quantità del moto nella palla F, la quale ritorna in dietro è 4 e di differenza da 16 a 12.

Laonde note che sieno le masse, se si sa la velocità di quella, che retrograda dopo l'urto, si può sapere la quantità dell' moto dell' altra; e qual sia stata la somma del moto primitivo.

Non dobbiamo lasciare dalle mani questa materia senza avvertire, che non si dee stimare l' impulsione de' fluidi secondo le regole, che poste abbiamo circa la percussione de' corpi solidi: avendo questi le loro parti legate, operano secondo tutta la loro massa: ma così non va dell' azione di quelli. A cagione della mobilità rispettiva delle loro parti fa solo sforzo quel, ch' è immediatamente, e direttamente esposto all' urto: il resto non perde la sua velocità; e per conseguenza non contribuisce allo sforzo: laonde l' acqua, ed il vento non comunicano

tut-

tutto in un tratto la loro attuale velocità ad un mobile; e sol dopo un dato tempo egli riceve tutto il moto, che gli può essere trasmesso; della qual cosa è facile restare convinti, osservando l'ali d'un molino a vento, o la ruota d'un molino d'acqua quand'elleno cominciano a muoversi.

Fine del Tomo Primo.

ORDINE

PER COLLOCARE LE FIGURE

di questo primo Tomo.

Tav.		pag. xxxii
LEZIONE PRIMA	Tav. I.	20
	Tav. II.	30
	Tav. III.	35
	Tav. IV.	46
LEZIONE SECONDA	Tav. I.	57
	Tav. II.	72
	Tav. III.	90
	Tav. IV.	104
LEZIONE TERZA	Tav. I.	110
	Tav. II.	134
	Tav. III.	155
LEZIONE QUARTA	Tav. I.	159
	Tav. II.	170
	Tav. III.	172
	Tav. IV.	179
	Tav. V.	186
	Tav. VI.	195
	Tav. VII.	218

Fig. 1.

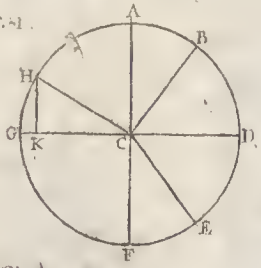


Fig. 2.

Fig. 3.

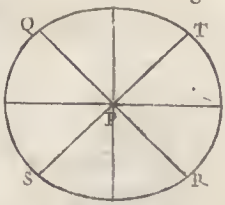


Fig. 4.

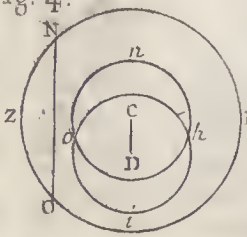


Fig. 5.

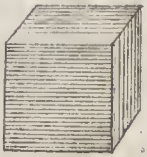


Fig. 6.

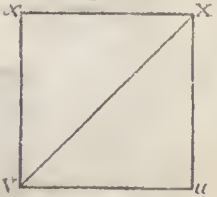


Fig. 7.

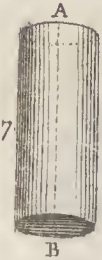


Fig. 8.

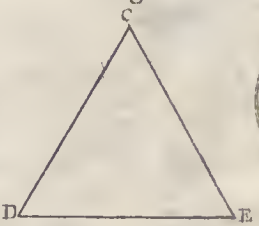


Fig. 9.

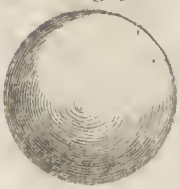


Fig. 10.

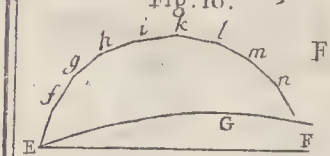


Fig. 13.

Fig. 11.

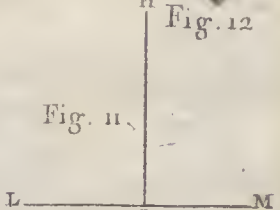


Fig. 12

Lorenzo Mascagni.

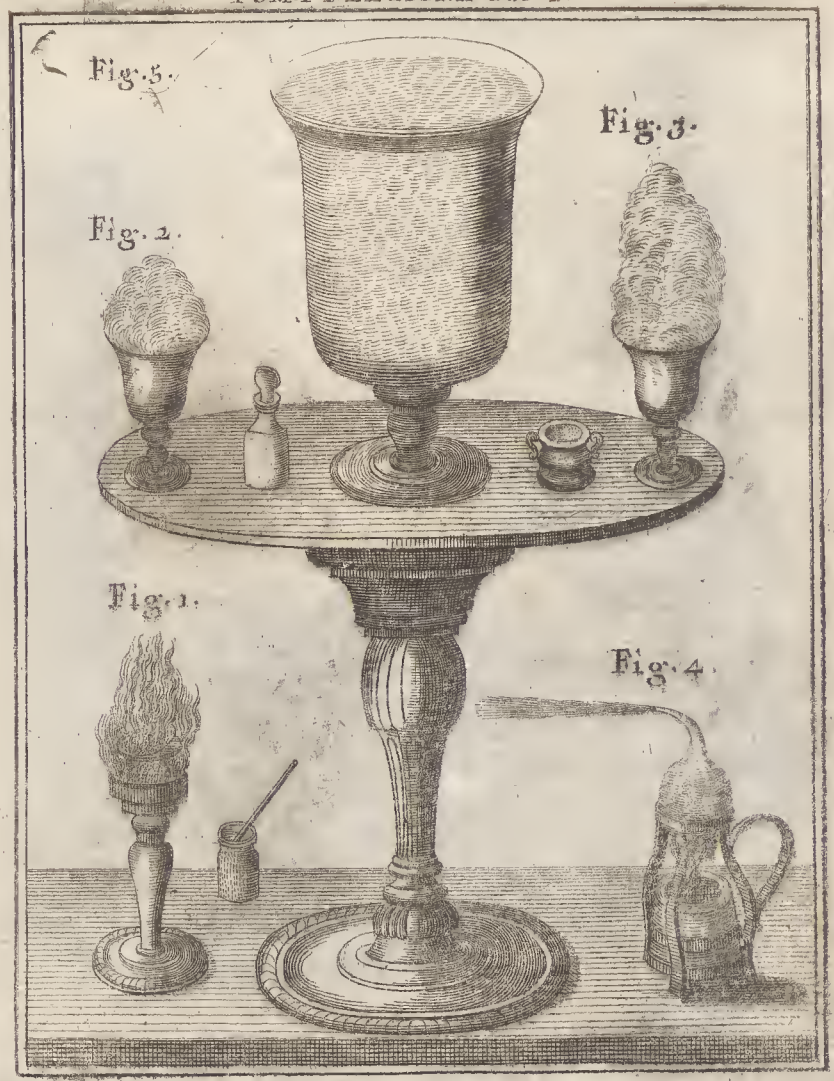


Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 4.

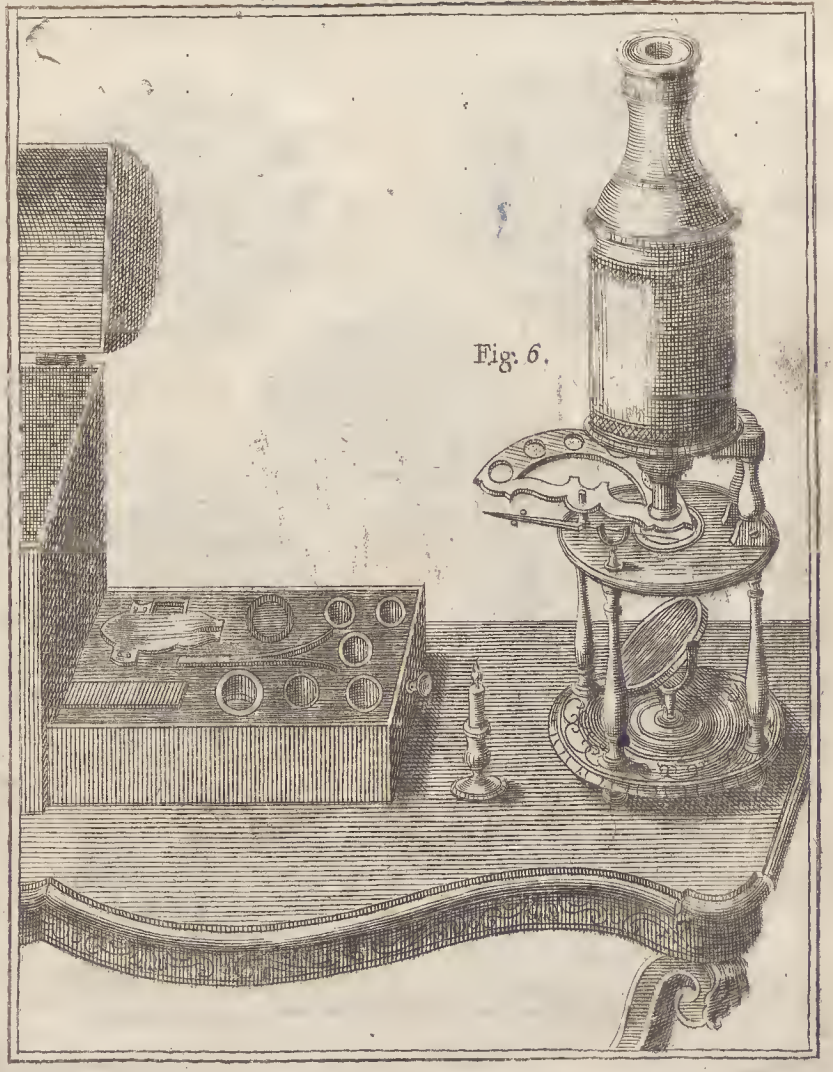


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

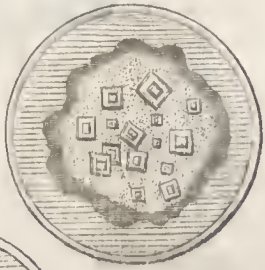


Fig. 12.

Fig. 9.

Fig. 10.

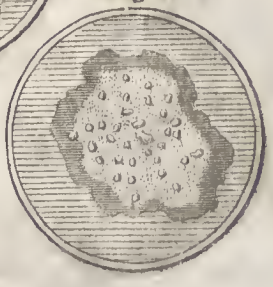


Fig. 13.

Fig. 11.

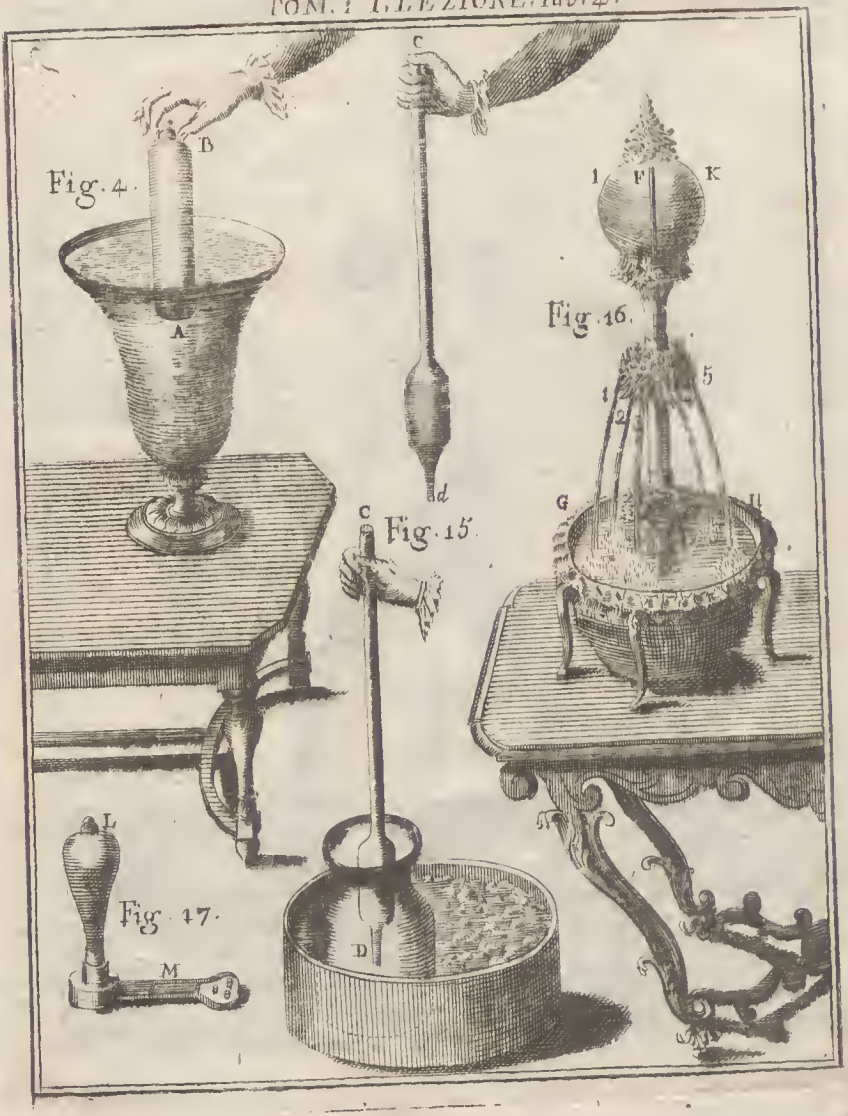
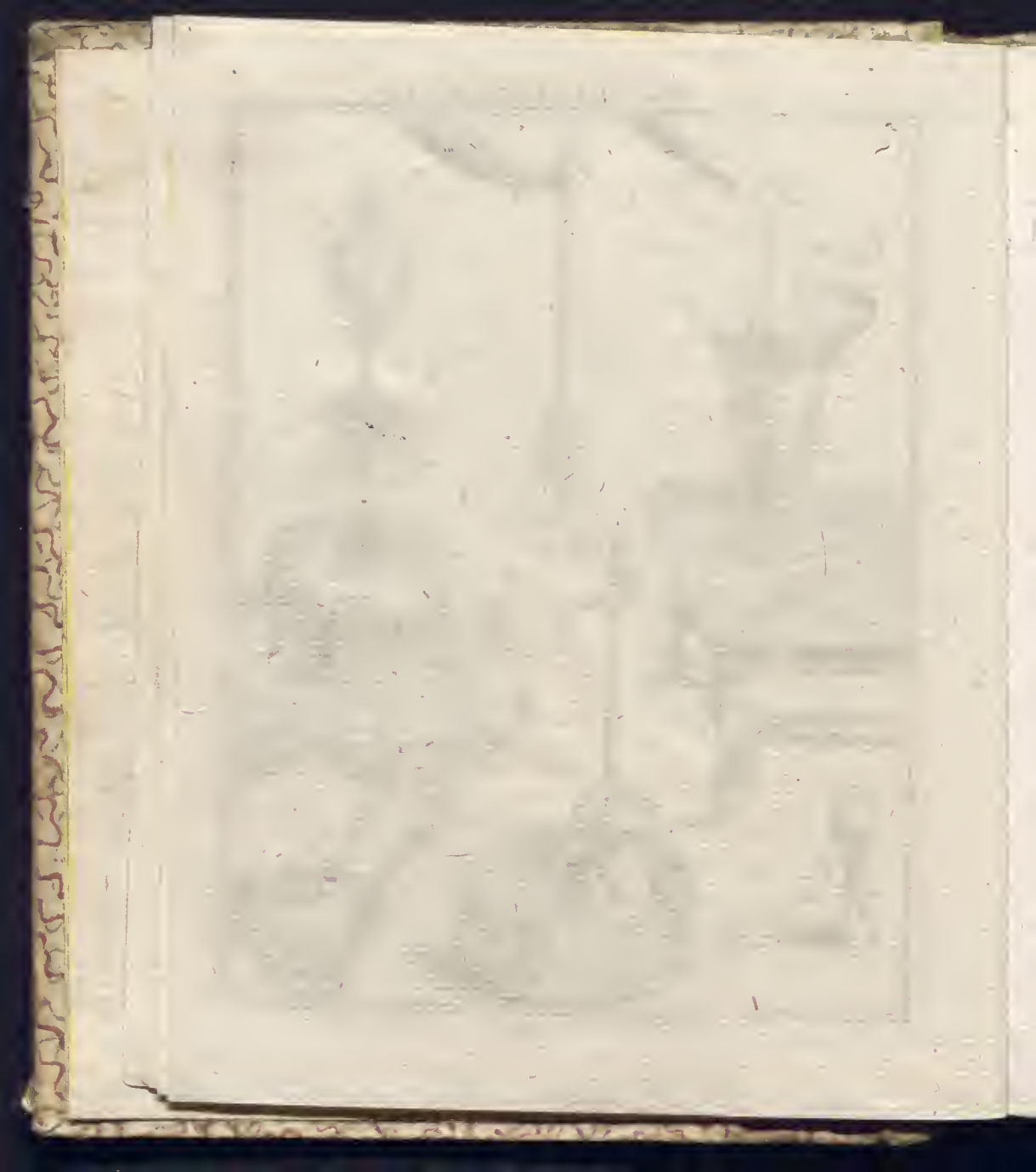


Fig. 4.
B
A
C
d
Fig. 15.
C
Fig. 16.
I
F
K
5
1
2
G
H
Fig. 17.
L
M
D



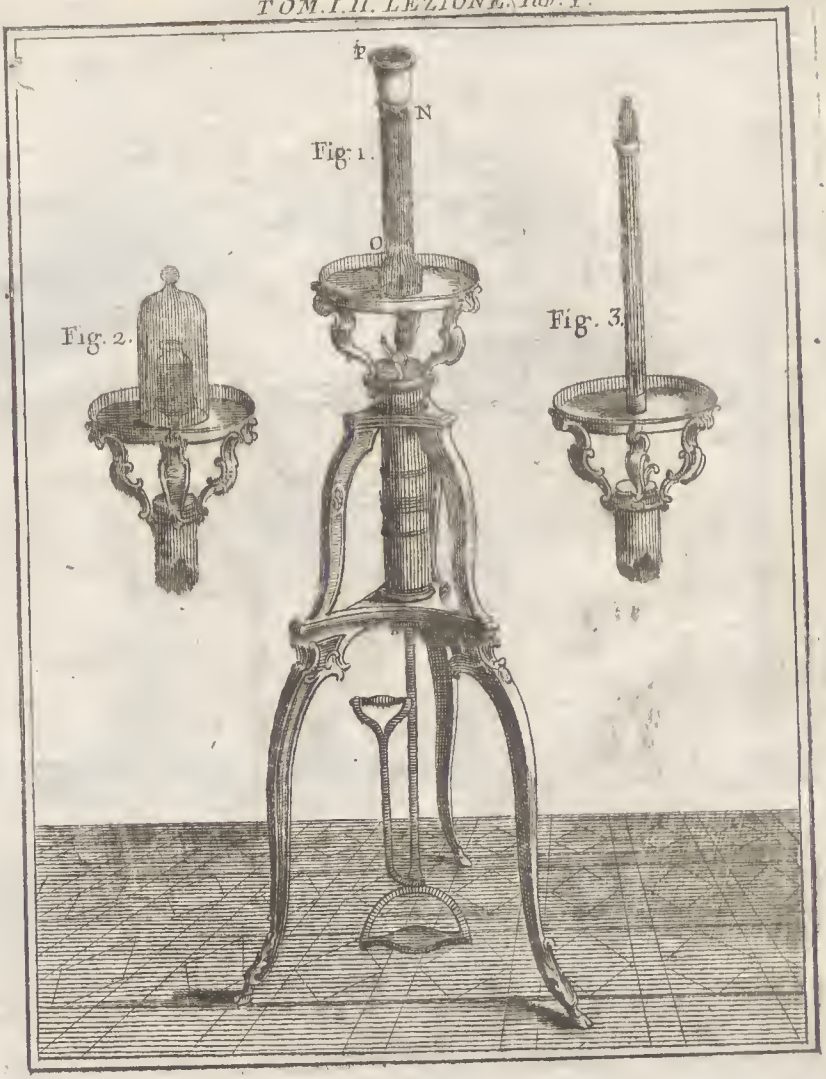


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 7.

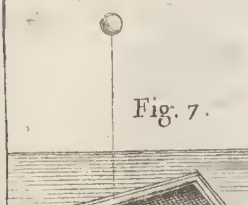


Fig. 4.

Fig. 5.

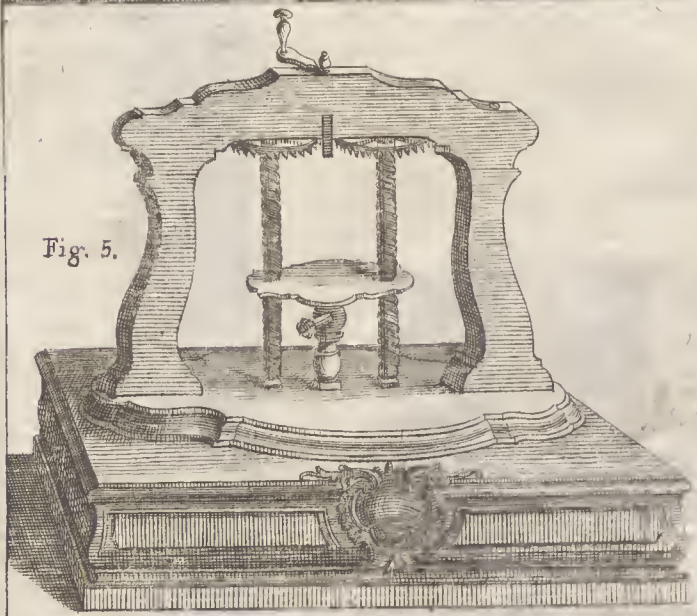


Fig. 10.

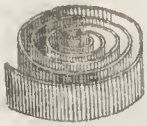


Fig. 9.

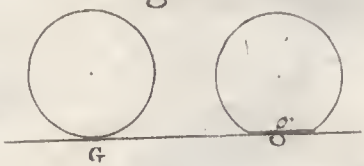


Fig. 6.

Fig. 8.

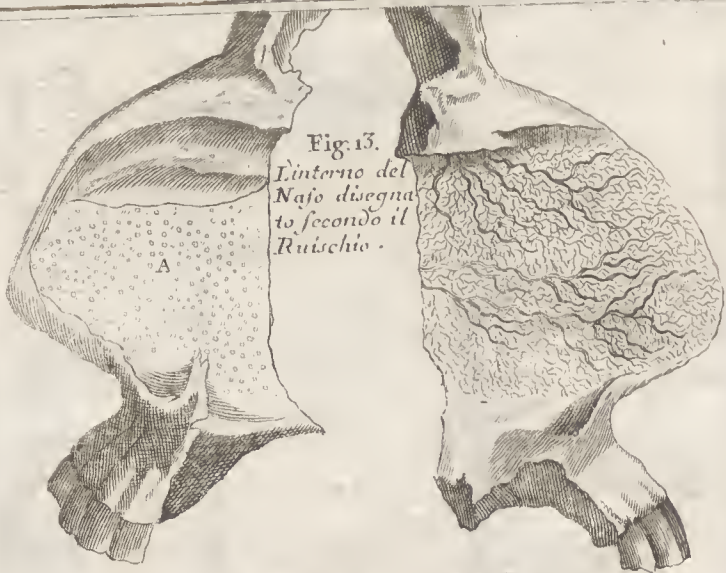


Fig. 13.
L'interno del Naso disegnato secondo il Ruischio.

Fig. 11.
L'estremità del dito indice veduto col microscopio.

Fig. 12.
Lingua umana disegnata, secondo il tesoro Anatomico di Ruischio.

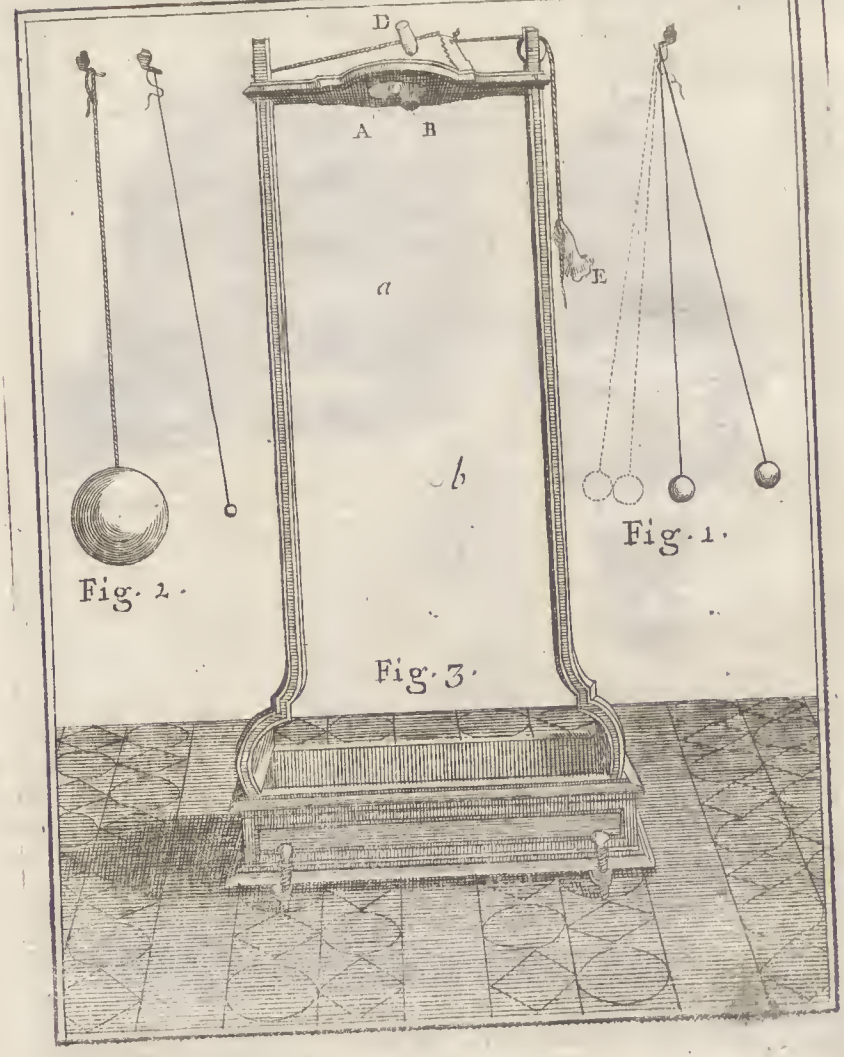


Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 5.

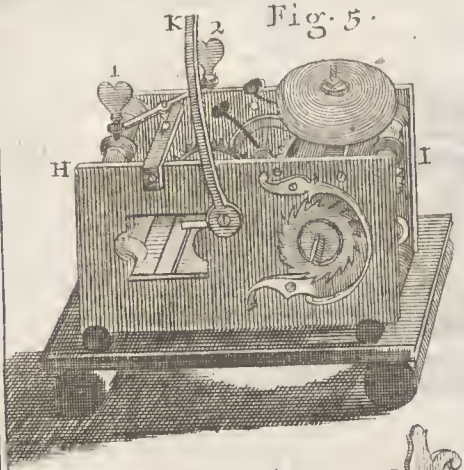


Fig. 6.

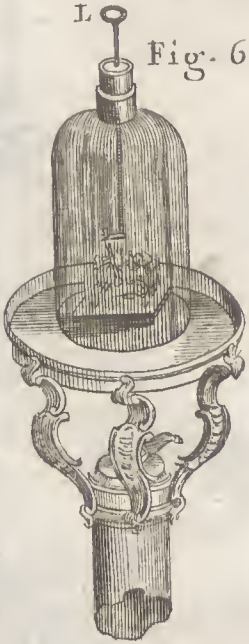


Fig. 4.

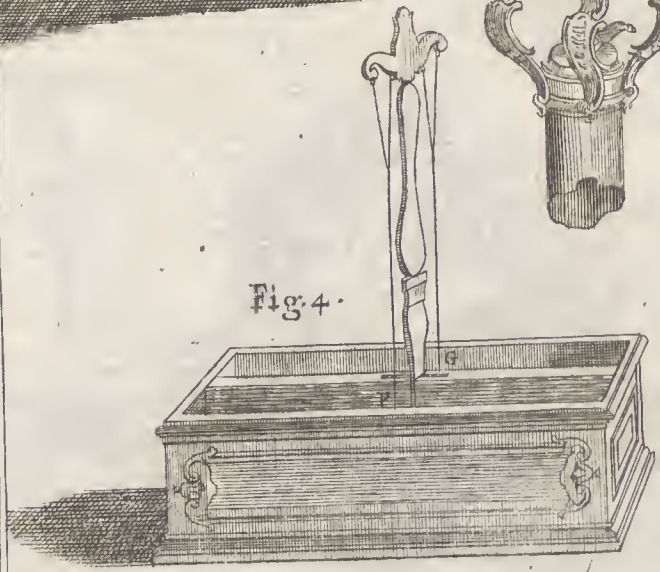


Fig. 7.

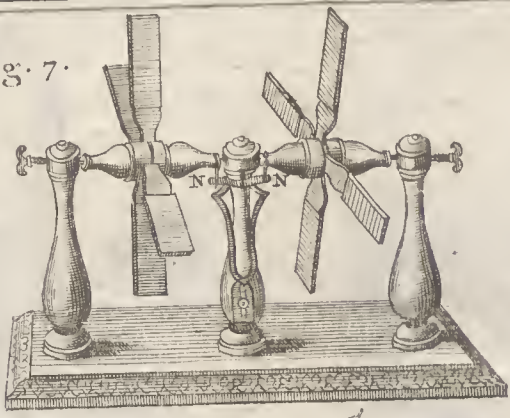


Fig. 8.

Fig. 9.

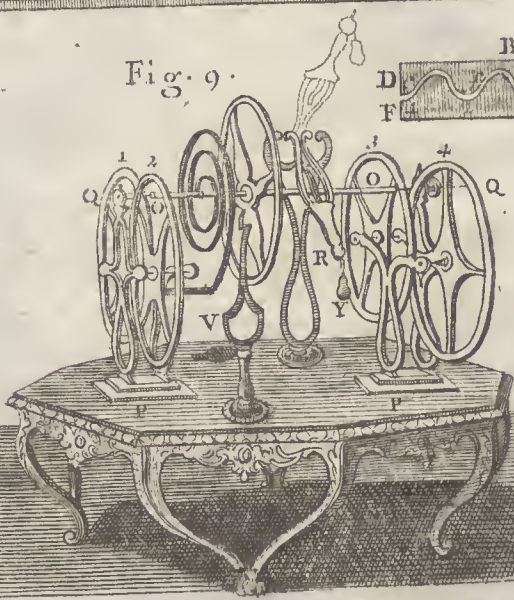
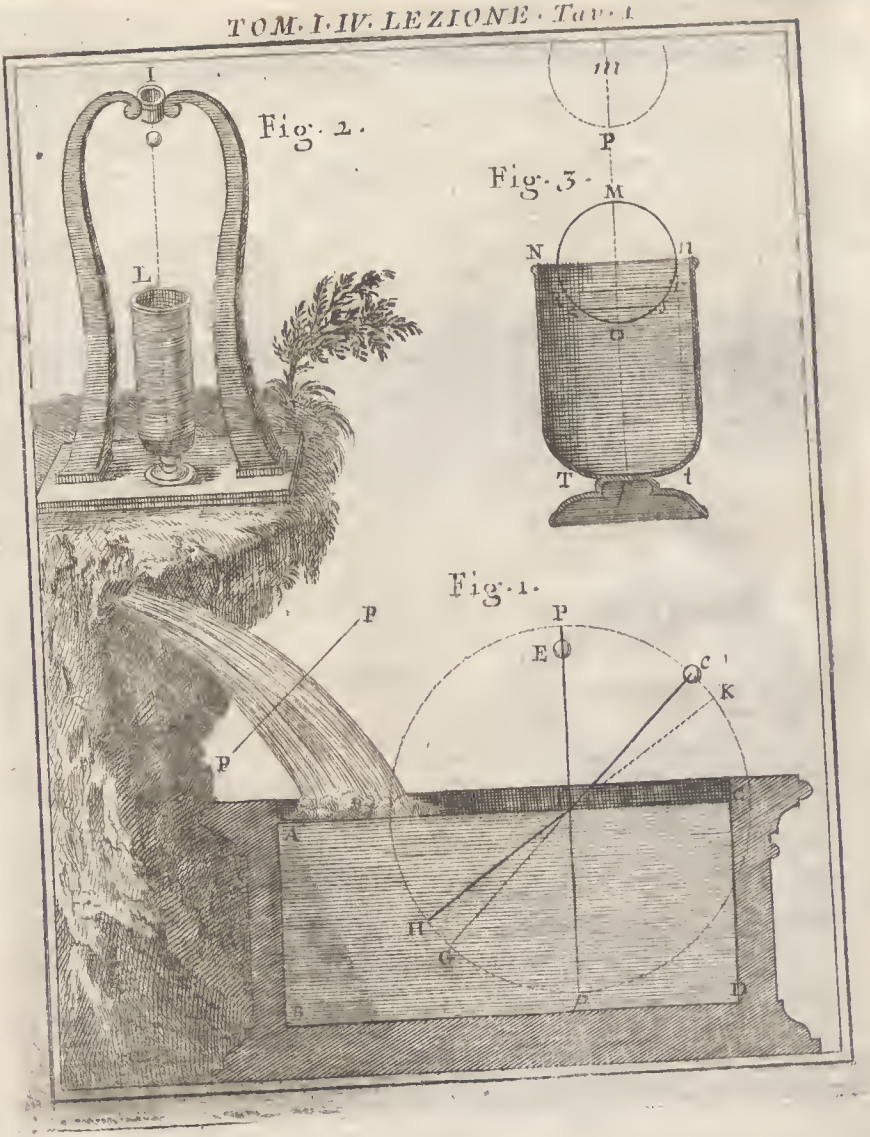
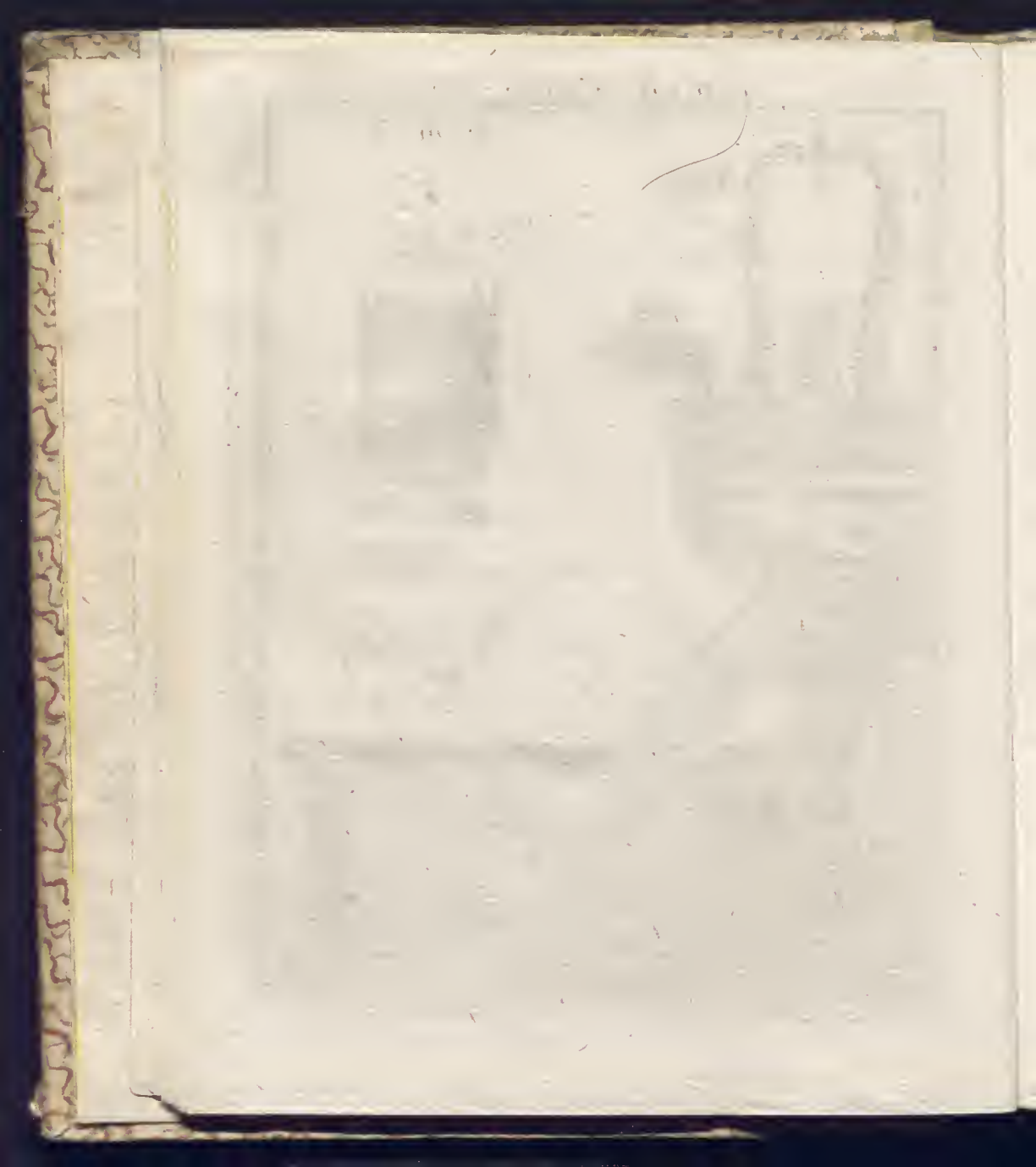


Fig. 10.


I
L
Fig. 2.
m
P
Fig. 3.
M
N
n
O
T
t
Fig. 1.
P
E
C
K
P
p
A
B
H
G
D
d



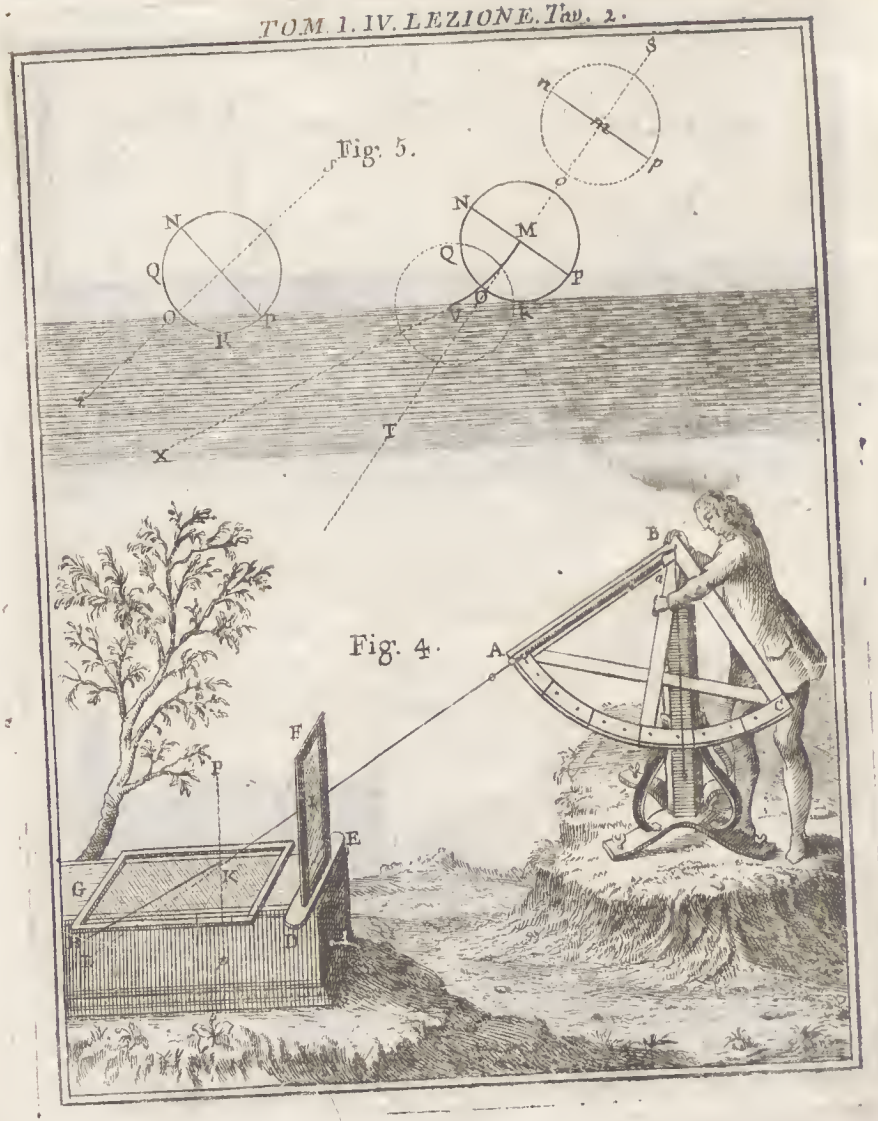


Fig. 5.
N
Q
O
P
K
X
T
S
n
m
p
o
N
M
Q
P
O
V
K
Fig. 4.
B
A
C
F
P
E
G
K
D

Fig. 6.

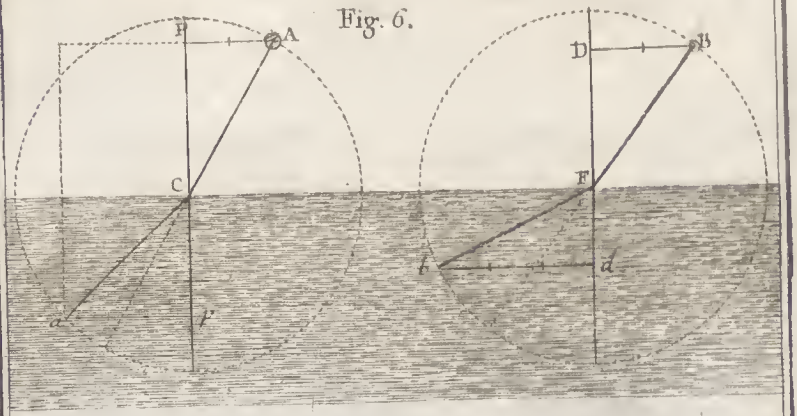


Fig. 7.

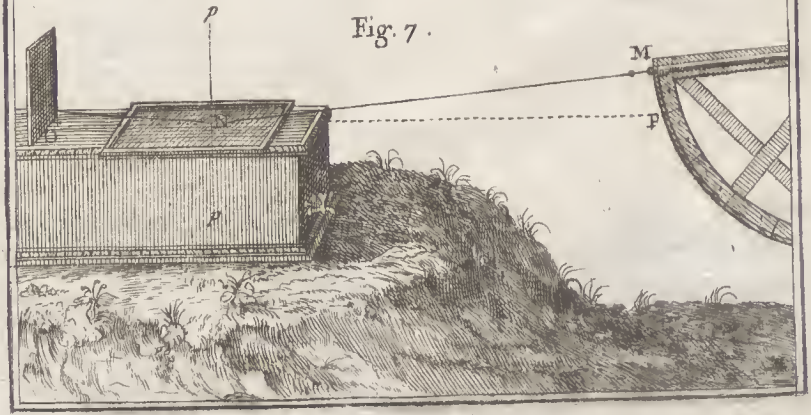


Fig. 10.

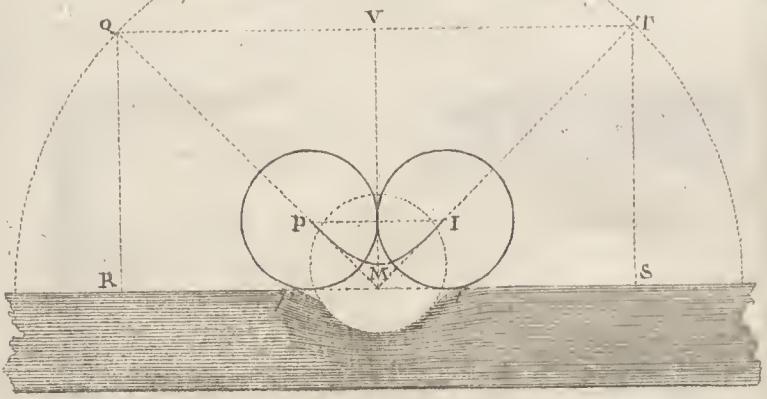


Fig. 8.

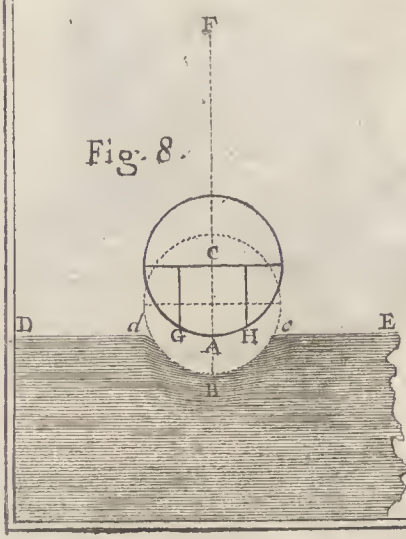


Fig. 9.

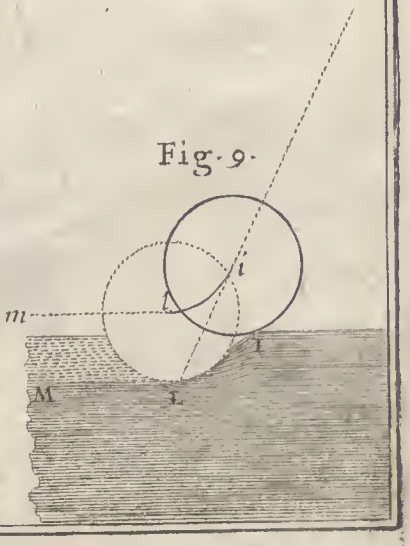


Fig. 11.

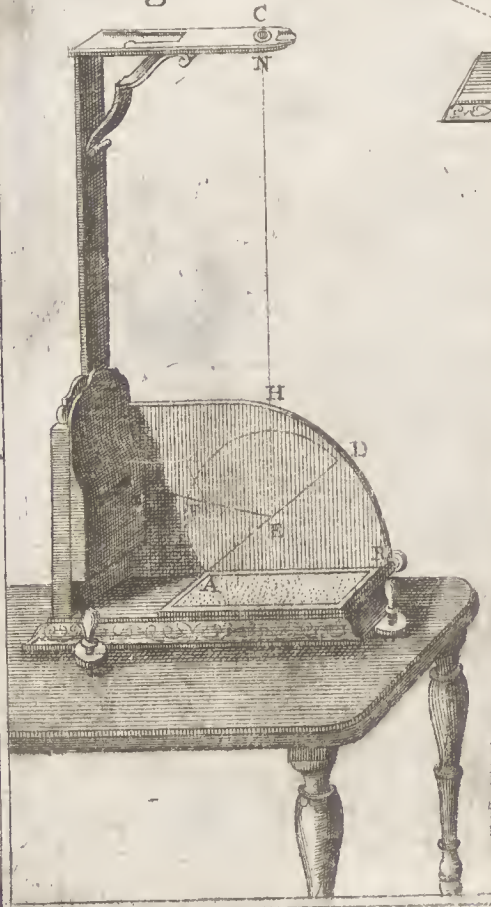


Fig. 12.

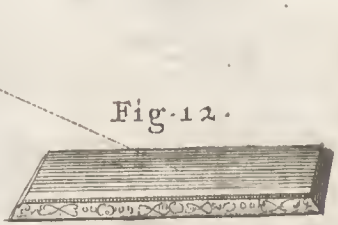


Fig. 13.

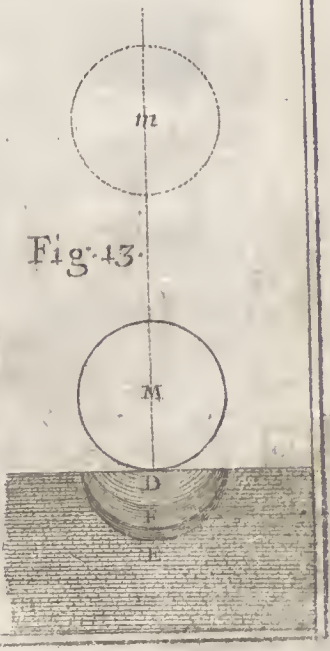


Fig. 14.

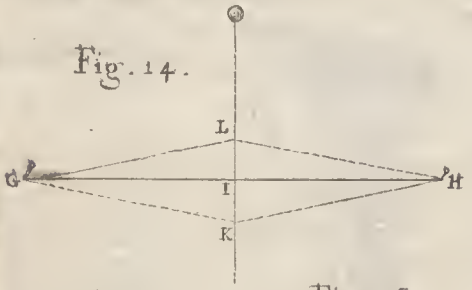


Fig. 15

Fig. 16.

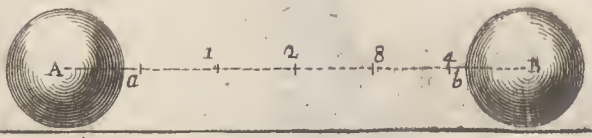


Fig. 18.

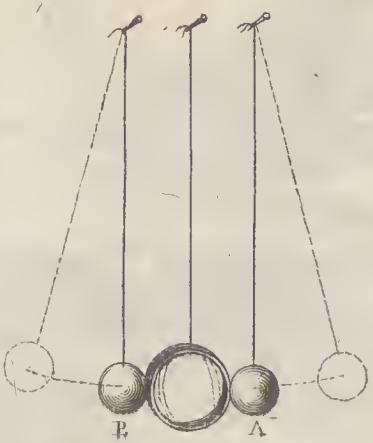
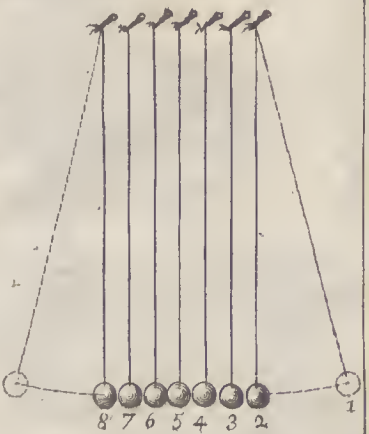


Fig. 19.



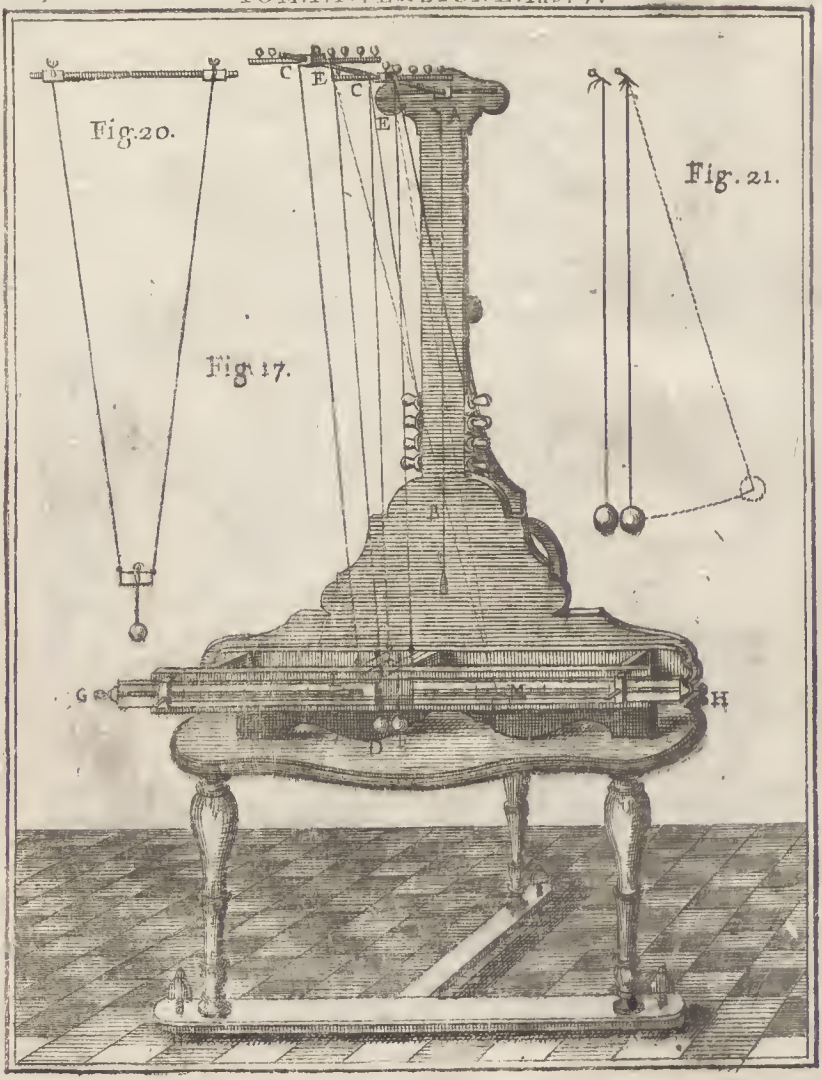


Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 17.
C
E
C
E
B
G
M
H
D

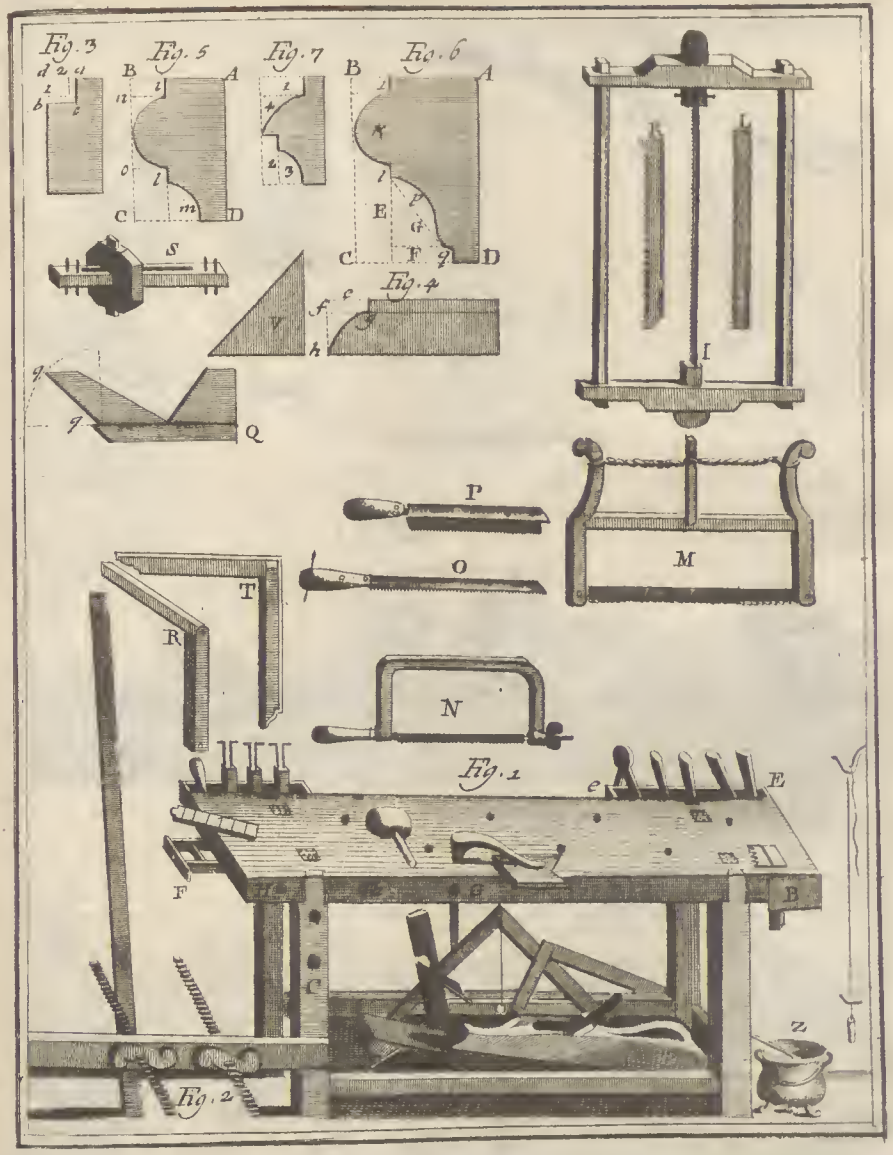


Fig. 3
Fig. 5
Fig. 7
Fig. 6
S
V
Fig. 4
Q
I
P
O
M
T
R
N
Fig. 1
E
F
B
C
Fig. 2

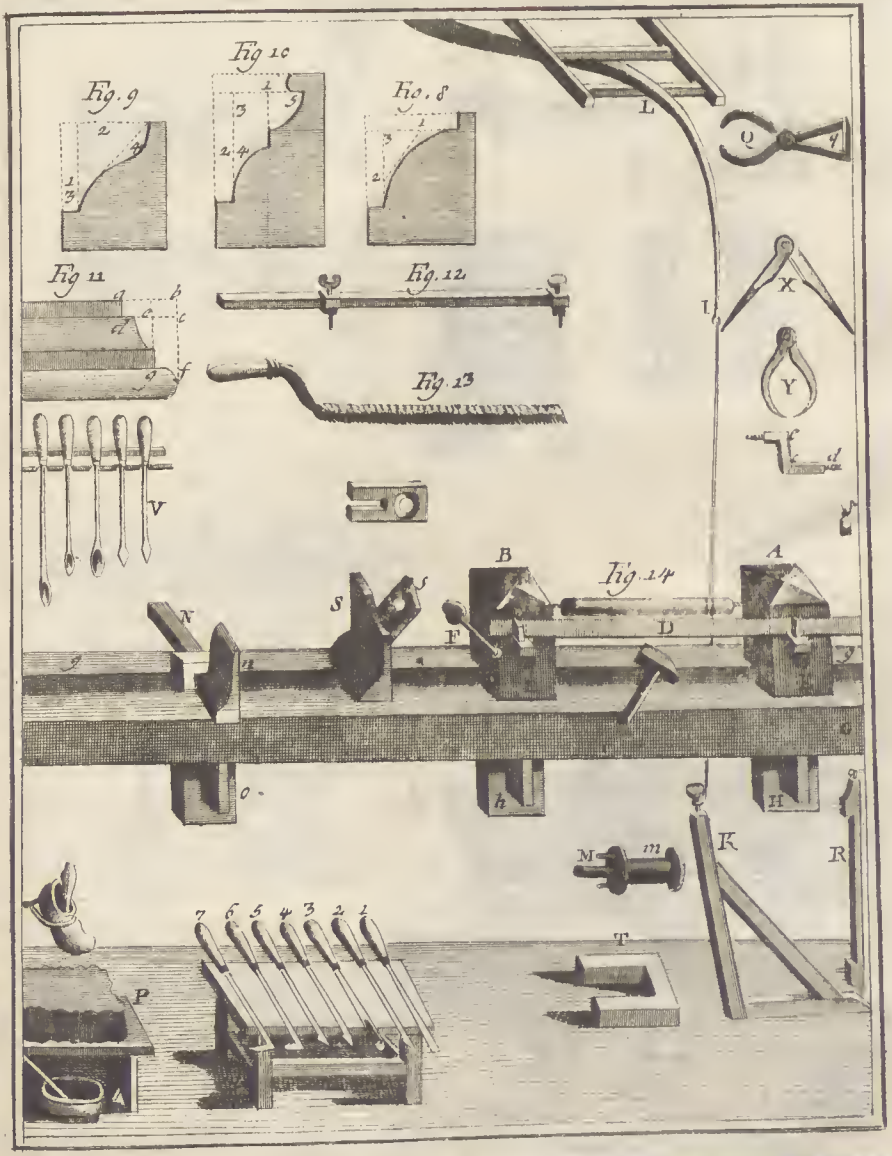


Fig. 10
Fig. 9
Fig. 8
L
Q
Fig. 11
Fig. 12
X
Fig. 13
Y
V
B
A
Fig. 14
N
S
F
D
O
H
K
R
M
m
T
P
7 6 5 4 3 2 1

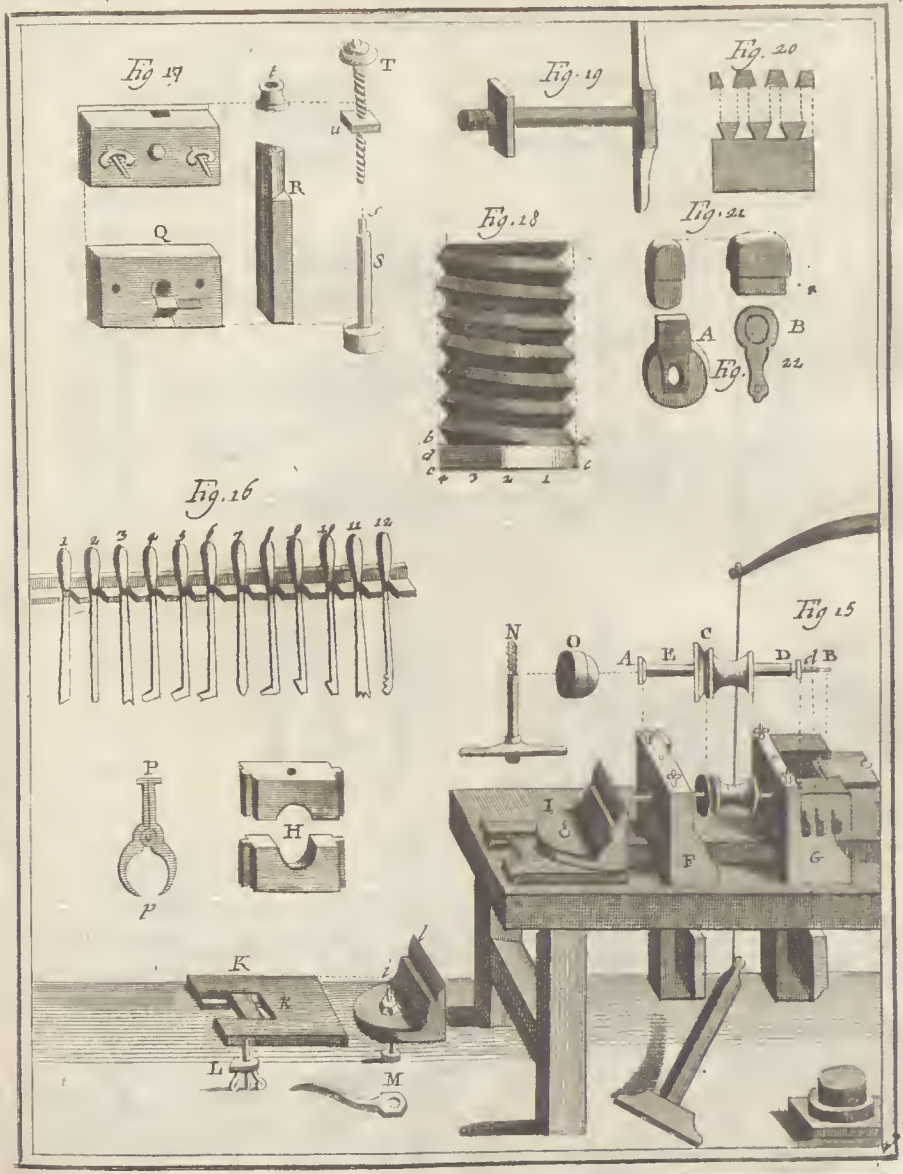
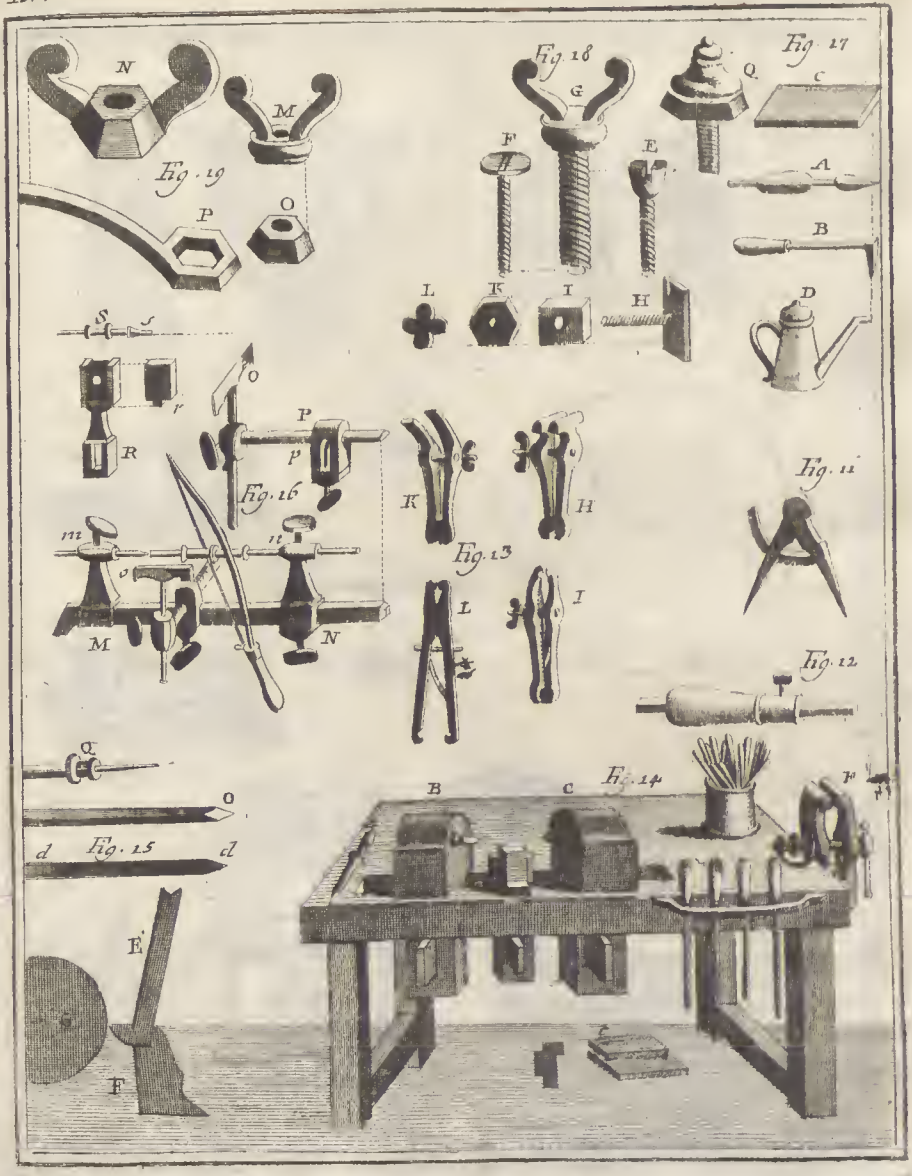
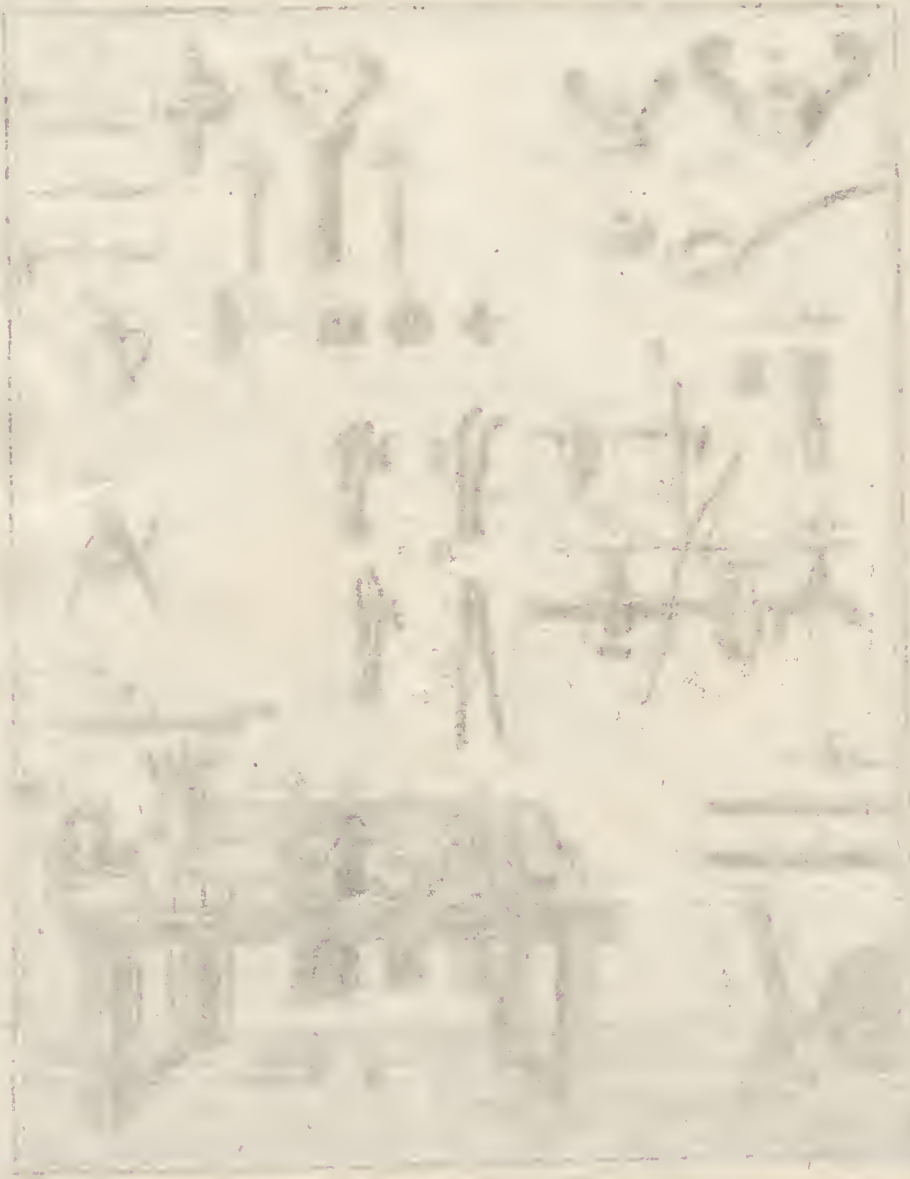


Fig. 17
T
t
u
R
Q
S
Fig. 19
Fig. 20
Fig. 18
Fig. 21
A
B
Fig. 22
Fig. 16
Fig. 15
N
O
A
E
C
D
d
B
P
H
p
I
F
G
K
i
k
L
M

Fig. 3
E
g
Fig. 2
D
A
C
B
Fig. 7
L
l
p
Fig. 9
P
Q
R
Fig. 8
O
N
M
Fig. 6
K
I
Fig. 10
V
X
T
Fig. 4
G
g
h
Fig. 5
H
F
Fig. 1
z
Y
N


N
M
Fig. 19
P
O
Fig. 18
G
F
E
L
K
I
H
Fig. 17
Q
C
A
B
D
S
s
r
R
O
P
p
Fig. 16
m
n
o
M
N
K
H
Fig. 13
L
I
Fig. 11
Fig. 12
Q
O
d
Fig. 15
d
B
C
Fig. 14
E
F



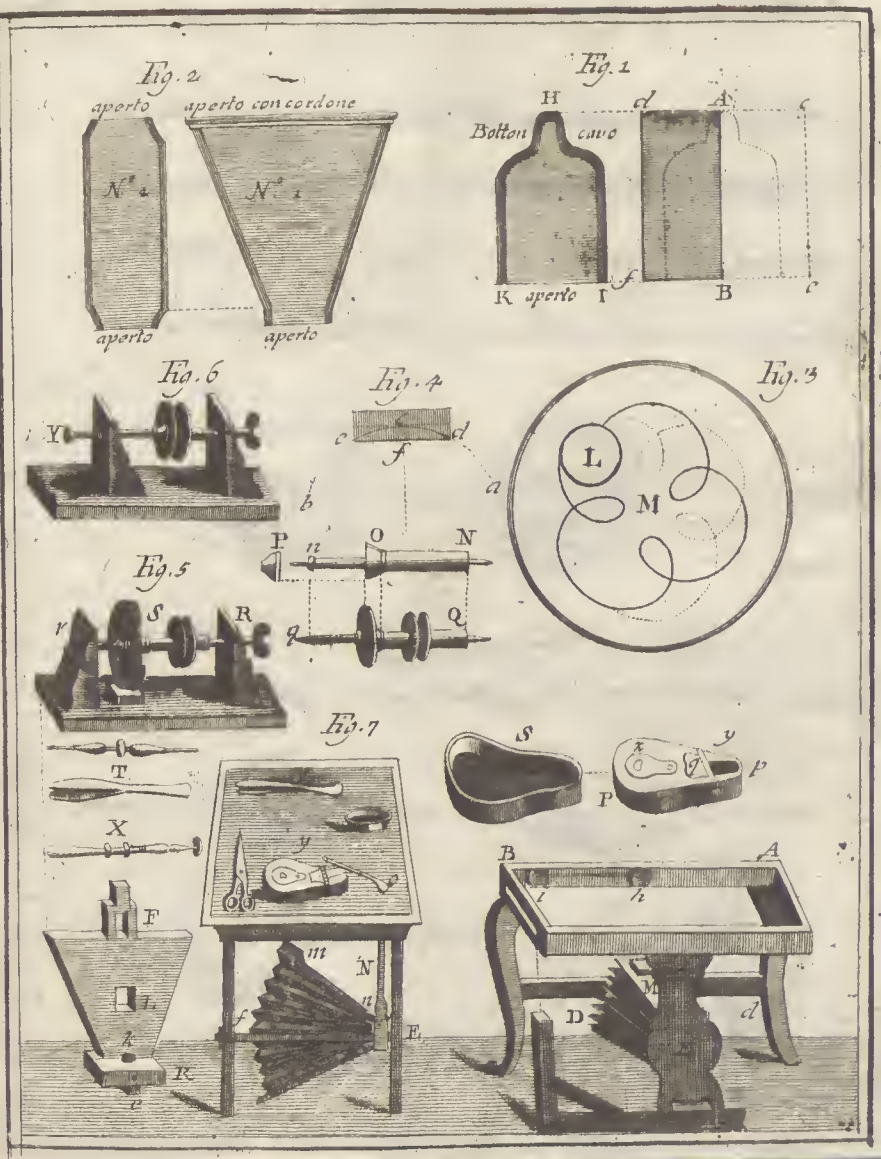


Fig. 2
aperto
aperto con cordone
N.° 2
N.° 1
aperto
aperto
Fig. 1
H
d
A
c
Botton
cavo
K
aperto
I
f
B
e
Fig. 6
Y
Fig. 4
e
d
f
a
b
P
n
O
N
q
Q
Fig. 3
L
M
Fig. 5
r
S
R
T
X
Fig. 7
y
F
L
k
R
e
m
N
n
f
E
S
x
y
p
P
B
A
i
h
M
D
d

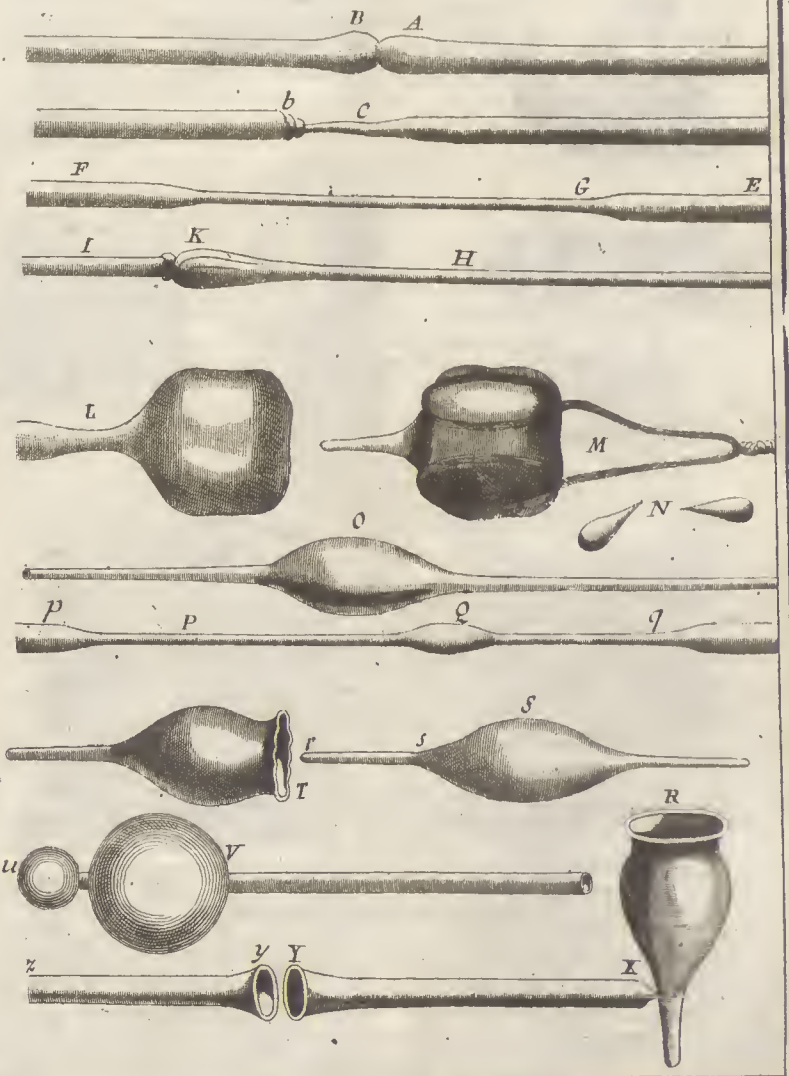

B
A
b
c
F
G
E
I
K
H
L
M
N
O
P
p
Q
q
S
r
s
T
R
u
V
z
y
Y
X

Fig. 16.

Fig. 14.

Fig. 15.

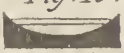


Fig. 8.

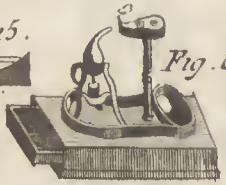


Fig. 11.

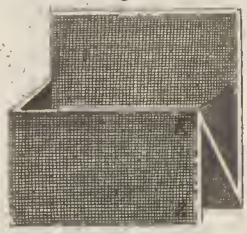


Fig. 10.

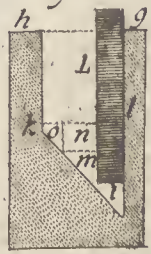


Fig. 9.

Fig. 13.

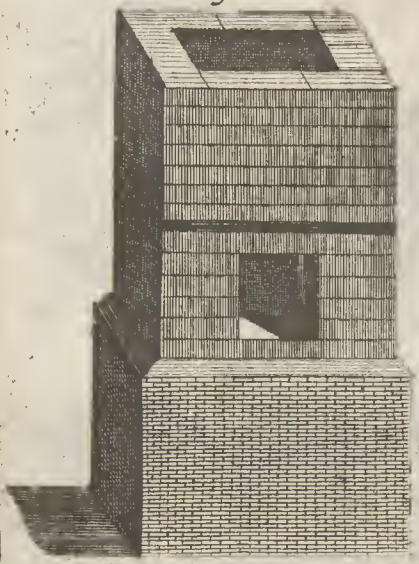
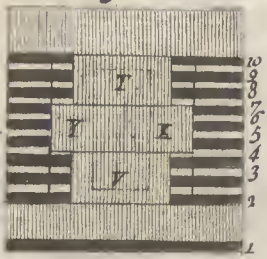


Fig. 12.



LEZIONI
DI
FISICA ESPERIMENTALE
DELL' ABATE NOLLET

MEMBRO DELL' ACCADEMIA REALE
DELLE SCIENZE,
DELLA REAL SOCIETA' DI LONDRA,
DELL' INSTITUTO DI BOLOGNA,
MAESTRO DI FISICA DEL DELFINO,
E Regio Professore nel Collegio di Navarra

TRADOTTE DALLA LINGUA FRANCESE
Sopra l'Edizione di Parigi dell' Anno MDCCLIX.

TOMO PRIMO.

IN VENEZIA